1398

BERICHT
ÜBER DAS GEOBOTANISCHE FORSCHUNGSINSTITUT RÜBEL IN ZÜRICH

FÜR DAS JAHR 1937

VON E. RÜBEL und W. LÜDI

Nachlaß von Prof. N. Malta

ZÜRICH 1938

1398

BERICHT

ÜBER DAS GEOBOTANISCHE FORSCHUNGSINSTITUT RÜBEL IN ZÜRICH

FÜR DAS JAHR 1937

VON E. RÜBEL und W. LÜDI

Nachlaß von Prof. N. Malta

1938 : 293.

ZÜRICH 1938

V

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

I. INSTITUTSTÄTIGKEIT 3
Wissenschaftliche Arbeit und Benutzung des Institutes
Verwaltung und Organisation des Institutes
Jahresrechnung

II. FREIES GEOBOTANISCHES KOLLOQUIUM 12

III. PERMANENTE KOMMISSION DER I. P. E. 12

IV. WISSENSCHAFTLICHE BEILAGEN 15

Werner Lüdi: Bericht über den zweiten Kurs in Alpenbotanik, veranstaltet in Davos vom 18.–31. Juli 1937 15

Werner Lüdi: Mikroklimatische Untersuchungen an einem Vegetationsprofil in den Alpen von Davos II 20

Felix J. Widder: Zur Kenntnis von Festuca stenantha (Hackel) Richter 40

Ingeborg Dannenberg: Über einige kritische Festuca ovina-Formen in der nordöstlichen Schweiz 51

Helmut Friedel: Boden- und Vegetationsentwicklung im Vorfelde des Rhonegletschers 65

Hans Gilomen: Carex curvula All. ssp. nov. Rosae Gilomen (Kalkkrummsegge) 77

Buchdruckerei Berichthaus Zürich

I. INSTITUTSTÄTIGKEIT

WISSENSCHAFTLICHE ARBEIT UND BENUTZUNG DES INSTITUTES.

Vom Institut ausgeführte Arbeiten. Auf der Schinigeplatte ist die Versuchsweide-Anlage jetzt im vollen Betriebe. Im Sommer 1937 gelangte auch die Versuchsgruppe I nach sechsjähriger Düngung des ausgesäten Rasens zur Nutzung. Damit werden von den 340 Probeflächen bis auf 10 alle geerntet. Die Probeflächen der Gruppen I, III und IV wurden floristisch genau analysiert und jeder Probefläche zwei Bodenproben entnommen. Die Rasen wiesen wiederum je nach der Art der Düngung eine scharfe Differenzierung auf, die auch an den Böden zu erkennen ist, wenigstens soweit Kalkdüngung stattgefunden hatte. Bei den vollgedüngten Probeflächen der Gruppe I waren starke Schädigungen der Rasendecke durch die liegengebliebene Streuedecke zu erkennen. Im Alpengarten wurden Messungen des Alters und des Zuwachses der Fichten vorgenommen. Außerdem führten wir eine Anzahl Taumessungen aus und ernteten gewisse Probeflächen. Wir besuchten das Gebiet vom 7./11.VI., 9./21. VIII., 9./11.X.

Bei den Untersuchungen über die Zersetzung der Laubstreu konnten nur noch die Buchen- und Fichten-Laublager im Sihlwalde weiter geprüft werden; die übrigen waren bereits völlig zersetzt.

Die Arbeit über die Entstehung des Sihltalbodens von Einsiedeln gelangte im Wesentlichen zum Abschlusse und wurde zur Veröffentlichung bereit gemacht. Die Studie über die Bildungsgeschichte der Luzernerallmend, für welche wir die Bodenproben bereits zu Anfang des Jahres 1934 durch Vermittlung von Herrn Dr. L. Bendel in Luzern erhalten hatten, wurde beendigt und ging in Druck. Ebenso wurde das große Bodenprofil Ruth 2 aus dem Genfersee bei Genf zur Hauptsache durchanalysiert.

In einigen Mooren der Ostschweiz sammelten wir neue Materialien zur pollenanalytischen Untersuchung und außerdem erhielten wir neue Proben von Herrn Dr. A. v. Moos aus Bohrungen

im Tonhalleareal in Zürich und durch Vermittlung von Herrn H. Kuisel aus Tiefenbohrungen, die in Perlen im Reußtale ausgeführt wurden.

Dr. Lüdi setzte seine Waldstudien auf der Apenninenhalbinsel fort, indem er vom 17.VI. bis 7.VII. das südliche Apulien und Calabrien besuchte, wobei auch Sparviere, Aspromonte und Reventino bestiegen wurden. Die Reise ergab interessante Ergebnisse und zeigte die Wünschbarkeit tieferen Eindringens in gewisse wenig besiedelte Gebirgsteile. Anschließend wurde eine kleine Studie in den Kastanienwäldern des südlichen Tessins fortgesetzt.

Vom 19. bis 31.VII. veranstaltete das Institut in Davos einen zweiten Kurs in alpiner Botanik, bei dem das Physikalisch-Meteorologische Observatorium Davos (Leitung Dr. W. Mörikofer) wiederum mitwirkte, und der von 12 Teilnehmern besucht war (vgl. den Kursbericht unter den wissenschaftlichen Beilagen zum Jahresberichte).

Kartographie.

Im Berichtsjahr wurde an der Herausgabe der Marokkokarte von Emberger gearbeitet. Sie hat den Maßstab 1 : 1500000 und wird, da sie viele Pflanzengesellschaften umfaßt, weiter klärend für unsere Fragen sein. Die Karte zeigt den Klimaxzustand.

Von großer Wichtigkeit wird für Mitteleuropa die Karte von Hueck im Maßstab 1 : 3000000 sein. Sie erscheint im Atlas des deutschen Lebensraumes und wird von der deutschen Akademie der Wissenschaften herausgegeben. Die geplante Wandkarte 1 : 1000000 des gleichen Verfassers war zur Subskription ausgeschrieben. Doch meldeten sich so wenig Interessenten, daß der Druck fraglich geworden ist. Es scheint uns Pflicht aller Pflanzengeographen zu sein, dieses Werk zu unterstützen. Für uns wird in vieler Beziehung diese Karte klärend sein.

Benützung der Hilfsmittel des Institutes und Förderung von Geobotanischer Feldarbeit.

Herr Dr. Ochsner schloß im Herbste 1937 seine Untersuchungen über das Mikroklima an Epiphytenstandorten des Waldes vorläufig ab und ist mit der Verarbeitung der weitschichtigen Materialien beschäftigt. Die Instrumente wurden Ende des Jahres wieder ins

Institut zurückgeholt, mit Ausnahme einiger Hilfsmittel (Leiter, Stacheldraht). Ebenso beendigte Frau Dr. A. Hoffmann-Grobéty im Laufe des Sommers die Feldarbeit im Moore Bocken bei Näfels. Dr. Lüdi besuchte mit ihr zusammen noch zweimal das Moorgebiet. Frau Hoffmann setzte ihre Studien an andern Mooren des Glarnerlandes fort. Herr A. Bacmeister in Wangen am Untersee plant soziologische und ökologische experimentelle Untersuchungen in hygrophilen Gesellschaften, vor allem im Schoenetum. Wir haben ihm dazu Mithilfe zugesagt. Herr P. Müller, Lehrer in Schiltwald, hat mit Unterstützung des Institutes die Untersuchung der Pilatusmoore in Angriff genommen, vor allem das Hochmoor von Eigental und die sogenannten Pilatusseen. Dr. Lüdi begleitete ihn zweimal im Gebiete. Herr cand. phil. Hans Hofer führte im Rahmen einer geographischen Arbeit über das Rafzerfeld in Nordzürich mikroklimatische und bodenkundliche Ergänzungsuntersuchungen aus. Wir berieten ihn bei der Aufstellung des Planes, liehen ihm die meteorologischen Instrumente und ermöglichten ihm die Ausführung einiger Bodenuntersuchungen (vor allem Bestimmung der Bodendispersität) im Institut. Herr Ch. Robert-Grandpierre aus Neuenburg arbeitete während des Monats April mit einem Stipendium der pflanzengeogr. Komm. der Schweiz. Naturf. Ges. an unserem Institute. Er beschäftigte sich mit dem Studium ökologischer Untersuchungsmethoden. Herr Dr. H. Friedel aus Innsbruck, der in jahrelanger Arbeit die pflanzliche Besiedelung des Vorfeldes des Pasterzengletschers im Großglocknergebiete untersuchte und darüber schöne Karten erstellte, wünschte ähnliche Untersuchungen an Vorfeldern von Schweizergletschern auszuführen. Wir ermöglichten ihm die Bereisung der Schweizeralpen während des Sommers 1937, und für eingehendere Erforschung einer Auswahl von Gletscherböden und der zugehörenden Moränen in den kommenden Jahren wurde ein gemeinsames Programm entworfen. Im besonderen soll den Sukzessionsvorgängen bei der Ausbildung der Pflanzengesellschaften und der Entwicklung der Vegetation auf verschiedenalterigen Ablagerungen sowie den parallelgehenden Bodenreifungsvorgängen Aufmerksamkeit zugewendet werden, wobei Gletscherböden in verschiedenen Klimagebieten der Schweizeralpen, in verschiedener Höhenlage und auf verschiedener Bodenunterlage zur Beobachtung gelangen. Herr Dr. Friedel sprach am 21.I.1938 im Kolloquium über die

Ergebnisse seiner orientierenden Forschungen im Sommer 1937 (s. wiss. Beilagen). Herr cand. chem. K. Tanner führte im Anschluß an eine chemische Arbeit im Institut einige Torfuntersuchungen aus. Für das Moorforschungsinstitut der Deutschen Forschungsgemeinschaft in Berlin (Herr Direktor F. Jonas) entnahmen wir Profilserien von Torfproben in Mooren der Kantone Thurgau und Zürich.

Das Institut erhielt im Laufe des Jahres wiederum zahlreichen Besuch; das Gästebuch weist 157 Eintragungen auf, und die Gastzimmer waren häufig belegt. Mehrere Besucher arbeiteten regelmäßig in der Bibliothek. Diese lieh 158 Bände aus. Ferner waren ausgeliehen 190 Lichtbilder und 117 Instrumente und Hilfsmaterialien.

Forschungsbeiträge.

Direkt oder indirekt wurden alle die vorstehend genannten Arbeiten auch vom Institut subventioniert. Im besonderen erhielten Foschungsbeiträge die Herren Dr. W. Lüdi, Dr. H. Friedel, P. Müller und H. Gilomen, der letztere für seine Forschungen über die Vegetation der Westalpen, insbesondere für eine Studie über eine kalkholde Unterart der Carex curvula, über die er am 18.II.38. im Kolloquium referierte (s. wissenschaftliche Beilagen).

Zum letztjährigen Abschluß der Flora von Graubünden ist noch nachzutragen, daß nach den Angaben von Herrn Dr. R. La Nicca die De Giacomi-Stiftung noch 5111 Franken an Hilfskräfte von Herrn Dr. J. Braun für Vorarbeiten zur Flora gespendet hat, so daß die hocherfreuliche Leistung dieser Stiftung an die Flora von Graubünden 23111 Franken ausmacht, die wir auch hier bestens verdanken möchten.

Veröffentlichungen des Geobotanischen Forschungsinstitutes Rübel im Jahre 1937.

Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich für das Jahr 1936 (127 S. mit 7 wissenschaftlichen Originalbeiträgen, s. unten).

Verzeichnis der aus dem Institut stammenden oder durch das Institut veröffentlichten Arbeiten.

1. Heinis, Fritz: Beiträge zur Mikrobiocoenose in alpinen Pflanzenpolstern. Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel **1936** 1937 (61–76).

2. Lüdi, Werner: Beitrag zum Problem des Heufieberschutzes in einem Hochtale der Schweizeralpen (Landschaft Davos). Jahresber. d. Heufieberbundes E.V. **39** (1936/1937) (15 S., 4 Abb.).
3. Lüdi, Werner: Bericht über den Kurs in Alpenbotanik, veranstaltet in Davos vom 20. bis 29. Juni 1936. Ber. Geobot. Inst. Rübel **1936** 1937 (14–35, 2 Abb., 2 Taf.).
4. Lüdi, Werner: Mikroklimatische Untersuchungen an einem Vegetationsprofil in den Alpen von Davos. Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel **1936** 1937 (36–60, 9 Abb., 2 Taf.).
5. Lüdi, Werner: Die Pollensedimentation im Davoser Hochtale. Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel **1936** 1937 (107–127, 1 Abb.).
6. Müller, Paul: Das Hochmoor von Etzelwil (Aargau). Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel **1936** 1937 (85–106, 5 Abb.).
7. Rübel, Eduard: Bericht über die Stiftung Amrein-Troller, Gletschergarten Luzern. Verh. Schweiz. Naturf. Ges. 1936 (S. 301).
8. Widder, Felix: Beiträge zur Kenntnis der Gattung Leontodon III: L. helveticus Mérat emend. (= L. pyrenaicus auct. – non Gouan!). Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel **1936** 1937 (77–84).

VERWALTUNG UND INNERE TÄTIGKEIT DES INSTITUTES.

Bibliothek.

Die Zahl der Neueingänge betrug 620 (davon 16 durch Kauf); ferner wurden 698 Nummern der Bibliothek Schröter katalogisiert. Der Gesamtzuwachs beträgt somit 1318 Nummern, und der Stand der Bibliothek beläuft sich auf 19243 Einzelnummern. Ferner gingen ein 407 Hefte von Zeitschriften und 28 Nummern von Lieferungswerken.

Prof. Dr. C. Schröter übergab uns weiterhin aus seiner Bibliothek zahlreiche Schriften. Von Dr. E. Furrer erhielten wir einen Band zur Landeskunde von Portugal geschenkt.

Das Institut für spezielle Botanik der E.T.H. behielt aus der Duplikatensammlung unserer Bibliothek weitere 976 Nummern (vgl. unseren Bericht über das Jahr 1936).

Die Depositensammlung von Dr. Lüdi nahm um 28 Nummern zu.

Im Tausche der Veröffentlichungen (blaue Serie im Verlage von Hans Huber, Bern) traten im abgelaufenen Jahre keine Änderungen ein.

Die Jahresberichte tauschen wir neu mit:

Naturhistorischer Verein der Rheinlande und Westfalen (Verhandlungen = Decheniana).
Preussischer Botanischer Verein, Königsberg (Jahresberichte).

Die Bildersammlung erhielt durch Prof. Dr. C. Schröter weitere Bilder von Naturforschern. Die Lichtbildersammlung nahm zu durch Bilderserien, die zu Vorträgen angefertigt wurden.

Herbarium.

An Neueingängen sind zu erwähnen: eine Sammlung von 113 Bogen syrischer Pflanzen, gekauft von Paul Aellen, Basel; eine Sammlung algerischer Pflanzen von 500 Bogen, gekauft von A. Faure in Oran. Eine größere Sammlung brachte Dr. Lüdi aus Italien, kleinere Sammlungen aus dem südlichen Tessin, aus dem Davosergebiete und anderen Teilen der Schweiz. Einzelne Pflanzen erhielten wir von Herrn Dr. J. Weber in Baden und Herrn Fritz Beck, Trub.

Kleinere Pflanzensammlungen wurden bestimmt für Herrn Pfarrer Schumacher in Zell, Dr. J. Weber in Baden, Fritz Beck in Trub. Phanerogamen wurden keine eingeordnet; dagegen ist das Kryptogamen-Herbar durch B. Stüßi nachgeführt worden.

77 Bogen der Carex flava-Gruppe wurden zur Revision an Prof. Dr. A. Palmgren in Helsingfors gesandt.

Wir danken den Spendern von Büchern und Materialien verschiedener Art für ihre Liebenswürdigkeit bestens.

Laboratorium und ökologisches Instrumentarium.

Zu Beginn des Jahres wurde das zweite Laboratorium fertiggestellt und in Benutzung genommen, wodurch uns ein sehr notwendiger Platzzuschuß für Laboratoriumsarbeiten und zur Aufstellung von Torfproben geschaffen wurde. Mit dem Bezug des neuen Labors war eine entsprechende Zunahme der Laboratoriumsmaterialien, vor allem der Glaswaren verbunden. Ferner verursachte uns der Unterhalt der meteorologischen Meßinstrumente (Thermometer, Hygrometer, Anemometer usw.) beträchtliche Auslagen. Einige Photometer wurden uns vom Physikalisch-Meteorologischen Observatorium in Davos neu geeicht, wofür wir unseren besten Dank aussprechen.

Hausunterhalt.

Außer dem Umbau der Laboratoriumsräume nahmen wir auch bauliche Veränderungen an der Zentralheizung vor. Die Wohnung des Hauswartes wurde mit dem Heizofen durch einen besonderen Strang verbunden, so daß sie selbständig beheizt werden kann. Ferner wurde die Heizeinrichtung im Gewächshause verbessert. Einige Reparaturen wurden am Ölfeuerungsmotor ausgeführt und der Öltank neu gestrichen und mit richtigem Einsteigerohr versehen. Das Hausdach wurde nachgesehen und die Blechteile an der Außenseite des Hauses sowie die Führungsschienen der Rolläden gestrichen.

PERSONALIA.

Das Kuratorium hielt am 5. Februar eine Sitzung ab und genehmigte Jahresbericht und Rechnung für 1936.

Am 31. August 1937 starb Prof. Dr. Albert Heim, unser allbeliebter „Dätte", der unserm Institut Pate gestanden hatte, indem er bei der öffentlichen Beurkundung der Stiftung am 7. November 1918 mit Schröter als Zeuge unterzeichnete. Prof. Rübel hatte diese Wahl getroffen, weil Heim und Schröter in seiner Studienzeit die hochbedeutenden idealen Forscher und Lehrer der Hochschule waren, welche die Jugend für die Naturwissenschaft und deren Erkenntnis, sowie für alles ethisch und menschlich Wertvolle begeisterten.

Im Personalbestand sind keine Veränderungen eingetreten. Herr Hans Siegl war über vier Monate (meist im Militärdienst) abwesend, Fräulein Lore Brockmann seit dem 23. August krank, und gegen das Jahresende nahm auch Frau von Senger einen Extraurlaub. Dadurch kam die Erledigung und Fortführung verschiedener Arbeiten in Rückstand.

A. Kuratorium.

Prof. Dr. E. Rübel, Präsident
Frau Anna Rübel-Blaß
Prof. Dr. C. Schröter
Prof. Dr. H. Brockmann-Jerosch.

B. Personalbestand.

Oberleiter: Prof. Dr. E. Rübel
Direktor: Dr. W. Lüdi
Spezialdelegierter für Vegetationskartographie: Prof. Dr. H. Brockmann-Jerosch
Assistent: Balthasar Stüßi
Gehilfin: Fräulein Lore Brockmann
Institutswart und Gehilfin: Frau Nanny v. Senger-Agthe
Laborant: Hans Siegl
Volontärin: Fräulein Margrit Bertschinger.

JAHRESRECHNUNGEN 1937

Betriebsrechnung

	Fr.		Fr.
Honorare	24621.—	Saldo	.—
Bibliothek	3197.05	Bezüge von Kapitalrechnung	41000.—
Instrumente	312.30	Verkauf von Veröffentl.	907.60
Labor	517.70	Verschiedenes	720.—
Büromaterial	1036.50		
Herbar	229.		
Kartographie	8.		
Reisen	450.—		
Druck Veröffentl. G.I.R.	3085.90		
Forschungsarbeiten des Instituts	812.40		
Forschungsarb. Anderer	1821.85		
Haus	6335.90		
Saldo	200.—		
	42627.60		42627.60

Kapitalrechnung

Bezüge der Betriebsrechn.	41000.—	Saldo	7931.30
Wertschriftenverkehr	11416.90	Zinsen	50375.05
Baurechnungen	5210.35		
Mobiliar	304.15		
Saldo 31.12.37.	374.95		
	58306.35		58306.35

Bilanz

Grundstück	80000.—	Reinvermögen Buchwert	1595376.95
Gebäude	300000.—		
(Anlagewert 317693.—)			
Mobiliar	1.—		
(Anlagewert 39629.—)			
versichert zu 36000.—			
Wertschriften	1215000.—		
Sammlungen	1.—		
Bibliothek, vers. 90000			
Herbarium „ 41000			
Instrumente „ 14000			
Schausamml. „ 2000			
Bankguthaben	374.95		
	1595376.95		1595376.95

Wertschriftenverzeichnis (Buchwert)

Obligationen 200	4½%	Eidg. Anleihe 1930	200000
150	4%	Eidg. Anleihe 1936	150000
150	4%	Kanton Bern 1931	150000
100	4¾%	Kanton Graubünden 1930	100000
150	4%	Kanton Zürich 1931	150000
100	4¼%	Berner Kraftwerke 1931	100000
50	4½%	Brown, Boveri & Co. 1930	50000
100	4%	Pfandbriefzentrale Ser. X	100000
115	4%	Pfandbriefzentrale Ser. IX	115000
100	n.Kr. 4%	Norweg. Staatsanl. 1935	100000
			1215000

Zürich, 1. Februar 1938.

Der Rechnungsführer: E. Rübel.

Die unterzeichneten Mitglieder des Kuratoriums des Geobotanischen Forschungsinstitutes Rübel haben die Rechnung für 1937 geprüft und in allen Punkten richtig befunden. Sie beantragen Genehmigung derselben, unter Beifügung ihrer warmen Glückwünsche zu der intensiven, so erfolgreichen Tätigkeit des Institutes.

Zürich, 10. März 1938.

H. Brockmann-Jerosch
C. Schröter.

II. FREIES GEOBOTANISCHES KOLLOQUIUM

Im freien geobotanischen Kolloquium wurden im Winter 1937/38 folgende Vorträge gehalten:

Helmut Friedel: Die pflanzliche Besiedelung von Gletschervorfeldern und Jungmoränen in den Schweizeralpen mit besonderer Berücksichtigung der Altersgliederung (21.I.1938) (s. wissenschaftl. Beilagen).

Hans Gilomen: Die Kalk-Krummsegge, Carex curvula All. ssp. Rosae Gilomen (18.II.1938) (s. wissenschaftl. Beilagen).

Ernst Krebs: Die Waldbestände der Albis- und Zimmerbergkette (10.XII.1937).

Werner Lüdi: Beitrag zur Bildungsgeschichte der Luzernerallmend (25.XI.1937). (Veröff. in Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 1938.)

Elisabeth Stamm: Waldstudien in der Nordschweiz, insbesondere kritische Untersuchungen über das Vorkommen und die Natürlichkeit des Querceto-Carpinetums (4.II.1938).

III. PERMANENTE KOMMISSION DER I. P. E.

Mit Sitz im Geobotanischen Forschungsinstitut Rübel in Zürich.

Im abgelaufenen Jahre ist in Prag Prof. Dr. Karl Rudolph gestorben, der einer der Leiter der I.P.E. durch die Tschechoslovakei war und dessen wir stets in Dankbarkeit gedenken werden. Ferner starb in Angola Prof. Dr. Luis Carrisso, der eine I.P.E. durch Angola schon weitgehend vorbereitet hatte. Der einbrechenden Krise wegen hatte sie auf bessere Zeiten verschoben werden müssen; Kollege Carrisso kann sie nun nicht mehr ausführen.

Die Ergebnisse der I.P.E. durch Marokko konnten bis jetzt noch nicht erscheinen, da neben bereitliegenden Beiträgen eine Hauptarbeit von Prof. Emberger noch nicht fertig ist. Der Band wird aber durch die im Druck befindliche hervorragende Vegetationskarte von Marokko und die zugehörige Behandlung der Vegetation durch die kompetente Feder um so wertvoller werden.

1938 kann die geplante I.P.E. nach Rußland nicht durchgeführt werden. Prof. Boris Keller in Moskau sprach aber die Bereitschaft zur Übernahme aus. Ein Hauptpunkt, an dem wir für unsere I.P.E.en stets festhielten und festhalten wollen, ist die wirkliche Internationalität, daß also für Geobotaniker möglichst vieler Länder die Möglichkeit der Teilnahme bestehen soll. Bei der heutigen politischen Weltlage sind die Verhältnisse für eine allgemeine Teilnahme nicht günstig. Es ist daher zur Zeit noch unabgeklärt, ob eine I.P.E. durch Rußland wirklich allgemein besucht würde oder ob vorsorglicherweise eine andere I.P.E. neben oder statt der russischen vorzubereiten sei.

Die Permanente Kommission ist zurzeit in Umwandlung begriffen. Im Jahre 1923 wurden in der Sitzung vom 12. August auf der Kleinen Scheidegg die drei Leiter der „I.P.E. durch die Schweizeralpen", Schröter, Brockmann, Rübel, gewählt als „Permanente Kommission der I.P.E." mit Sitz im Geobotanischen Forschungsinstitut Rübel in Zürich. Die drei gewählten Herren waren zugleich die Kuratoren des Geobotanischen Forschungsinstitutes und der Arbeitsausschuß der Pflanzengeographischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Diese Kommission sollte eine dauernde Auskunftsstelle sein und die Kontinuität der I.P.E.en wahren. Das Ganze sollte möglichst leicht beweglich und formlos bleiben. In der Sitzung vom 24. August 1925 in Gothenburg wurden die drei gleichen wieder gewählt und zwar lebenslänglich bzw. bis etwa eine veränderte Organisation etwas anderes verlangen sollte. Das Freundestrio hat dann jahrelang zusammen die Aufgaben der Permanenten Kommission besorgt. Neben der Ratgebung an die lokalen Organisationskomitees und der Wahrung der Kontinuität sind der Permanenten Kommission verschiedentlich noch andere Aufgaben gestellt worden: Versuch zu einer Vereinheitlichung der geobotanischen Untersuchungsmethoden durch Ausarbeitung eines Untersuchungsschemas für den Buchenwald; ferner Vorbereitungen für eine Vegetationskarte von Europa und für eine Bereinigung der geobotanischen Nomenklatur. Resultate: „Vorschläge zur Untersuchung von Buchenwäldern." Veröff. Geobot. Forschungsinst. Rübel Beiblatt 3 1925 und „Die Buchenwälder Europas", Veröff. Geobot. Forschungsinst. Rübel 8 1932. Die beiden andern Aufgaben haben zur Bildung von Kommissionen des internationalen Botanikerkongresses geführt. Hauptaufgabe der Permanenten Kommission der I.P.E. blieben aber

die I.P.E.en und deren Wahrung als dauernde Institution. Rübel war als Präsident bezeichnet worden und amtete zugleich als Generalsekretär.

Schon längere Zeit war es Schröter nicht mehr möglich, die I.P.E.en mitzumachen. Seit einigen Jahren ist es auch Rübel unmöglich geworden. Von den dreien konnte nur noch Brockmann-Jerosch die volle Tätigkeit entwickeln. Die Kommission machte von ihrem Rechte der Zuwahl Gebrauch und erweiterte sich durch die Wahl von W. Rytz, Bern, und W. Lüdi, Zürich, zu Mitgliedern der Kommission. Rübel versuchte, die zugehörige Arbeit vom Arbeitstisch zu Hause aus zu machen. Er empfand diese Arbeitsweise aber bald als eine halbe Sache, was natürlich unbefriedigend ist. Er zeigte seinen Kollegen den Rücktritt von dieser Aufgabe an, dem sich in der Folge auch Schröter anschloß. Er wünschte zurückzutreten als er selber fühlte, daß er diese Arbeit nicht mehr so machen konnte, wie er es von sich verlangte, und nicht erst dann, wenn andere das Ungenügen schon fühlen würden. Diese Arbeit bereitet Freude, solange man sich ihr voll gewachsen fühlt; wenn dies nicht mehr der Fall ist, wird sie zur Mühsal, die der Sache selbst schadet. Die lieben Freunde auf den I.P.E.en pflegten ihren „Rex" die Mutter der I.P.E.en zu nennen. Nun ist er wohl die Großmutter geworden und wird sich von weitem freuen, wenn es den I.P.E.en gut geht.

TAFEL 1

Phot. B. Stoßi

Abb. 1. Kursteilnehmer

Phot. E. Glogg

Abb. 2. Im Labor

Phot. L. Fenaroli

Abb. 1.

Kalkwand des Silberberg (Triaskalk) in der Landwasserschlucht (Davos-Monstein).

Phot. L. Fenaroli

Abb. 2.

Amselfluh vom Kummerthal

BERICHT
ÜBER DEN ZWEITEN KURS IN ALPENBOTANIK

veranstaltet in Davos vom 18. bis 31. Juli 1937
durch das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich unter Mitwirkung des Physikalisch-Meteorologischen Observatoriums Davos.

Von *Werner Lüdi*, Zollikon/Zürich.

Das Gelingen des Kurses in Alpenbotanik im Juli 1936, zu dem nicht alle Anmeldungen hatten berücksichtigt werden können, veranlaßte uns, im Sommer 1937 einen zweiten solchen Kurs durchzuführen mit der gleichen Zielsetzung und ähnlichem Programm [1]). Doch wurden vorwiegend andere Exkursionen durchgeführt. Die Dauer des Kurses wurde auf zwei Wochen verlängert. Das ermöglichte ein ruhigeres Arbeiten und eine stärkere Berücksichtigung der ökologischen Untersuchungen ohne Beschränkung der Exkursionen. Herr Dr. W. Mörikofer gab wieder eine meteorologisch-höhenklimatische Einführung; er demonstrierte moderne Apparaturen zur Strahlungsmessung und Feuchtigkeitsmessung und hielt einen zusammenfassenden Vortrag über das Hochgebirgsklima.

Am Kurse nahmen teil:

Ingeborg Dannenberg, cand rer. nat., Berlin
Prof. Dr. Luigi Fenaroli, Firenze-Milano
Dr. Helmut Friedel, Innsbruck
Ernst Glogg, Zürich
Dr. Jakob Hunziker, Aarau
Günther Janisch, stud. rer. nat., Berlin
Ernst Kappeler, Dielsdorf
Dr. Hans Krieger, Berlin
Dr. J. Lachenmeier, Basel
A. Menzi-Merz, Basel
W. Wiederkehr, Schaffhausen
Balthasar Stüßi, Zürich, als Assistent.

---

[1]) Vgl. den Bericht über den ersten Kurs im Berichte über das Geobot. Forsch.-Inst. Rübel für das Jahr 1936 (1937) S. 14–35.

Zur Unterkunft diente wieder die Pension Villa Johanna, deren Besitzer, Herr H. Schmidt, uns auch Arbeitsräume zur Verfügung stellte und für gute und sorgfältige Verpflegung sorgte. Um die Kosten für die Teilnehmer zu ermäßigen, übernahm das Geobotanische Institut Rübel auch dieses Jahr alle allgemeinen Auslagen und die Kosten für die Exkursionen, so daß die Teilnehmer nur für die Verpflegung und für die Reisekosten bis nach Chur aufzukommen hatten. Die Rätischen Bahnen gewährten uns für die Reisestrecke Chur-Davos freie Fahrt, was hiermit bestens verdankt sei. Ebenso verdanken wir Herrn Apotheker Dr. O. Suchlandt in Davos die uneigennützige Förderung unserer ökologischen Arbeit durch die Abgabe von Materialien und Reagenzien.

Im folgenden geben wir eine kurze Chronik des Kurses [1]), wobei wir uns auf eine gedrängte Schilderung der Exkursionen beschränken. Die neben den Exkursionen freibleibende Zeit wurde durch Laboratoriumsarbeit verschiedener Art, vor allem Bodenuntersuchungen, ferner durch vorbereitende und zusammenfassende Vorträge, durch Diskussionen der Ergebnisse sowie durch die Vorweisungen im Physikalisch-Meteorologischen Observatorium ausgefüllt. Dr. Friedel hielt einen Vortrag über Besiedelung des Vorfeldes des Pasterzengletschers mit Demonstration einer von ihm sehr sorgfältig und in großem Maßstabe ausgeführten Karte.

Da wir den folgenden Bericht sehr knapp halten, so verweisen wir für eine etwas eingehendere Vegetationsdarstellung auf den bereits zitierten Bericht über den Kurs im Sommer 1936.

18. Juli. Mittags Sammlung der Teilnehmer im Geobotanischen Institut Rübel in Zürich und Ausflug durch die Wälder des Zürichberges. Am Abend Eröffnung des Kurses durch Prof. E. Rübel in Anwesenheit der übrigen Kuratoren des Institutes.

19. Juli. Reise von Zürich nach Chur, mit Halt am Wallensee. Vormittags Exkursion von Mühlehorn über Erkelin nach Murg: nordgeneigte Hänge auf Unterlage von Kalk und Verrukano; Studium von Laubmischwald, Buchenwald, Wald von Castanea vesca. Nachmittags Motorbootfahrt längs der Nordufer des Wallensees: Studium der Vegetation xerischer Hänge auf Kalkboden, vor allem der Trockenwiesen.

[1]) Ein schön illustrierter Bericht wurde von Prof. L. Fenaroli veröffentlicht in der ital. Zeitschrift L'Alpe (**25** 1938, Nr. 1).

20. Juli. Vormittags Reise von Chur nach Davos, eingeschaltet eine Wanderung im kontinentalen Becken des Churer Rheintales von Ems nach Reichenau: Föhrenwälder und Trockenwiesen.

Nachmittags eine orientierende Exkursion im Talboden von Davos. Studium der Fettwiesen auf leicht anmoorigem Boden, ferner der Gehängesümpfe und tief gelegenen Nardus-Weiden sowie des subalpinen Fichtenwaldes gegen den Flüela-Wasserfall mit Eisenpodsol-Bodenprofil.

21. Juli. Nachmittags Exkursion nach Wolfgang-Laret: Wälder der aufrechten Bergföhre (Pinus mugo ssp. uncinata) auf Serpentinschutt (günstiges Tiefenprofil bis in 350 cm Bodentiefe mit Übergang vom basisch reagierenden Rohboden bis in das versauerte Endprodukt mit Rohhumusauflage); Piceetum; Flachmoor und Hochmoor in Laret.

22. Juli. Exkursion von Station Monstein bis nach Filisur durch die Zügenschlucht. Subalpine Vegetation eines ausgesprochen kontinentalen Gebietes: Kalkfels- und Kalkschuttvegetation in Schatten- und Sonnlage; Föhrenwälder (Pinus silvestris, Pinus mugo uncinata) mit Unterwuchs von Erica carnea auf Kalk; Übergang ins Piceetum; Trockenwiesen unterhalb Schmitten.

23. Juli. Nachmittags Exkursion nach Clavadel-Clavadeleralpen: subalpiner Fichtenwald mit Bodenprofil bis in ca. 4 m Tiefe (Eisenpodsol, z. T. mit mehreren Humusbändern, die vermutlich durch Überschüttung entstanden sind, und mit stark differenziertem B-Horizont); Fettwiese in Hochlage (1970 m) mit Übergängen zu Frischwiesen und Gehängesümpfen.

24. Juli. Exkursion nach Frauenkirch-Rhinershorn (2531 m) – Schwarzflühe (Leidbachhorn, 2912 m). Bis jetzt hatten wir die subalpine Vegetation untersucht. Von nun an wurde das Hauptgewicht auf die alpine Höhenstufe verlegt. Auf dieser ersten Exkursion in die alpine Stufe trat uns aufs mal die große Fülle der alpinen Pflanzengesellschaften auf kristalliner Unterlage entgegen, die wir erst nach und nach auf den verschiedenen Exkursionen richtig kennen lernen konnten. Auf dieser Exkursion studierten wir vor allem Zwergstrauch- und Spalierstrauchheiden (Rhodoreto-Vaccinietum, Empetreto-Vaccinietum, Loiseleurietum), hochalpine Silikatfels- und Silikatschutt-Vegetation, Schneetälchen, sowie den Klimax im obern Teile der

alpinen Höhenstufe, das Curvuletum. Daneben wurde immer wieder die Kenntnis der subalpinen Vegetation erweitert und vertieft.

25. Juli. Vormittags Exkursion nach Schatzalp-Strelaalp: Nardetum und subalpine Fichtenwälder, z. T. auf Kalk.

26. Juli. Vormittags Laboratoriumsarbeit. Nachmittags mikroklimatische Messungen im Garten.

27. Juli. Exkursion auf die Amselfluh (2785 m). Subalpine Silikatgesteinvegetation (Hochstaudenfluren, Zwergstrauchheiden); alpine Kalkgesteinvegetation (Kalkgeröll, Kalkfels, Rasenbestände von Carex ferruginea, Sesleria coerulea-Carex sempervirens (Blaugrashalden), Elyna myosuroides. Beim Abstiege durch das Bärental trafen wir auf Bestände der Legföhre (Pinus mugo prostrata).

Im Gipfelgebiete der Amselfluh (bis ca. 50 Meter unter den Gipfel) wurden 27 Arten von Gefäßpflanzen festgestellt.

28. Juli. Exkursion durch das Dischmatal auf Scalettapaß-Scalettahorn (3068 m) durch Val Fontauna nach Sertigpaß-Sertigtal. Das Auto führte uns bis in den Hintergrund des Dischmatales und holte uns in Sertig wieder ab, so daß wir diese Exkursion ohne zu starke körperliche Belastung der Teilnehmer durchführen konnten. Untersucht wurde wiederum die alpine Vegetation auf Silikatgestein: das Rhodoreto-Vaccinietum im Hintergrunde des Dischmatales; alpine Quellfluren am Aufstiege zum Scalettapaß (Bestände von Bryum Schleicheri und Philonotis tomentella mit Saxifraga stellaris und Cardamine amara ⟶ Bestände von Juncus triglumis, Juncus Jacquini, Deschampsia caespitosa mit Philonotis und Drepanocladus, ⟶ Bestände von Carex fusca); Schneetälchen-Bestände und Curvuletum, sowie die Vegetation des Silikatschuttes auf dem Scalettapaß; verschiedene alpine Rasen gegen den Sertigpaß hin, der sich auf der Südseite auch durch auffallend gut entwickelte Fließerdeböden auszeichnet.

29. Juli. An diesem Tage fand keine Exkursion statt. Doch wurden die mikroklimatischen Messungen des folgenden Tages vorbereitet und im Laufe des Nachmittags die verschiedenen Stationen errichtet.

30. Juli. Von morgens 5 Uhr bis abends 8 Uhr fanden mikroklimatische Messungen statt an vier Stationen, von denen sich zwei in Davos befanden (Fichtenwäldchen und offene Wiese, ca. 1600 m), eine im Rhodoretum bei der Station Höheweg der Parsennbahn

(ca. 2140 m) und eine in einem Elynetum auf der Weißfluh (ca. 2740 m). Ein heftiges Gewitter, das um 15 Uhr ausbrach und auf der Weißfluh zum Abbruche der Station nötigte, beeinträchtigte die Messungen etwas. Wir berichten darüber in einem besonderen Aufsätzchen.

Parallel zu diesen Untersuchungen machten die durch die Messungen nicht in Anspruch genommenen Kursteilnehmer eine Exkursion auf die Weißfluh (2847 m) und über Totalp, Salezermäder und Dorfmäder zurück nach Davos. An der Weißfluh fanden wir die jahreszeitliche Entwicklung der hochalpinen Kalkfels- und Schuttvegetation verhältnismäßig sehr weit fortgeschritten und zählten oberhalb 2740 m insgesamt gegen 50 Arten von Gefäßpflanzen, darunter auch solche, die von der Weißfluh noch nicht bekannt waren. Im Gebiete der Totalp untersuchten wir die alpine Vegetation des pflanzenfeindlichen Serpentingesteines und verglichen sie mit der bedeutend reicheren Vegetation auf Kalk oder Granit. In den Dorfmädern wurden die arten- und blumenreichen Mährasen, die zum Caricetum sempervirentis zu stellen sind, analysiert und Bestände von Rhododendron ferrugineum, Alnus viridis, sowie Hochstaudenfluren nochmals betrachtet. Große Herden der prächtigen Centaurea raponticum standen hier in schönster Blüte.

Mit diesem Ausflug waren unsere Exkursionen zu Ende; wir hatten sie trotz verschiedenen Gewitterregen programmgemäß durchführen können. Der 31. Juli war der Aufarbeitung von allerlei Materialien gewidmet, und der 1. August war für die meisten der Tag der Abreise. Das Abschiednehmen wurde für die Teilnehmer trotz des Regenwetters, das eingesetzt hatte, gar nicht so leicht; denn das schöne Gebirgsland war allen in der kurzen aber erlebnisreichen Zeit vertraut geworden, und in kameradschaftlicher Gemeinschaftsarbeit hatten sich freundschaftliche Fäden geknüpft, die wohl auch weiterhin halten werden.

MIKROKLIMATISCHE UNTERSUCHUNGEN AN EINEM VEGETATIONSPROFIL IN DEN ALPEN VON DAVOS II

Von *Werner Lüdi*, Zollikon/Zürich.

Der zweite Kurs in alpiner Botanik, der vom Geobotanischen Forschungsinstitut Rübel im Juli 1937 in Davos abgehalten wurde, bot wiederum die Gelegenheit, ein mikroklimatisches Höhenprofil aufzunehmen. Die Ausführung erfolgte nach den gleichen Grundsätzen wie im Sommer 1936 [1]); doch wurden die Stationen an den Südosthang, der sich von Davos gegen die Weißfluh zieht, verlegt. Die Apparaturen stellten wir in vier Stationen auf, die in den verschiedenen Höhenstufen lagen, und zwar soweit als möglich in den Klimaxgesellschaften der betreffenden Höhenstufe, ausgehend von der Annahme, daß dort die lokalklimatischen Einflüsse gegenüber den allgemein klimatischen möglichst stark zurücktreten.

Die erste Station wurde in der Piceetumstufe eingerichtet, in einem Piceawäldchen, das im großen Parke des Parkhotels liegt, am Südosthang mit lokaler Nordostexposition von ca. 25 Grad Neigung, in 1600 m Meereshöhe. Der Bestand ist dicht geschlossen, von mittlerem Alter. Die Bodenvegetation ist sehr offen, so daß die Instrumente im wesentlichen auf dem bloßen Boden ruhten (vgl. Taf. 3 Abb. 1).

Eine zweite Station wurde in unmittelbarer Nachbarschaft der ersten auf offenem Wiesengelände angebracht, etwa 30 Meter vom Walde entfernt, aber nach allen Seiten von Baumbeständen geschützt. Hier war der Hang flach gegen Südosten geneigt (ca. 10 Grad). Der Rasen war kurz geschnitten (geheut).

[1]) Vgl. die Zusammenfassung im Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich für das Jahr **1936** 1937 (36–60, 9 Abb., 2 Taf.).

Die dritte Station errichteten wir in der Rhodoretum-Stufe, in einem kleinen Rhodoreto-Vaccinietumbestande nahe dem Höhenweg, am Südosthange mit ziemlich flacher Lokalexposition (2140 m).

Als Standort der vierten Station bestimmten wir das Gipfelgebiet der Weißfluh, das in der Curvuletum-Stufe liegt. Da sich an diesem Kalkgipfel keine Curvuleta finden, so suchten wird die in der Sukzessionsreihe gegen das Curvuletum möglichst weit vorgeschrittene Vegetation auf, die hier durch das Elynetum myosuroidis gebildet wird. In dem höchstgelegenen Elynetum, auf einer kleinen, flachen, gegen Süden exponierten Felsterrasse in 2740 m Höhe, legten wir die Station an, und zwar in den randwärts gelegenen Teilen der etwa drei bis vier Meter breiten Terrasse (vgl. Taf. 3 Abb. 2).

Die Stationen wurden am Vorabend eingerichtet und die Messungen am 30. Juli von 5 bis 20 Uhr mit stündlichen Abständen ausgeführt. Infolge eines heftigen Gewitters, das um 15 Uhr ausbrach, mußten die Beobachtungen der Station Weißfluh vorzeitig eingestellt werden.

Zur Messung gelangten folgende meteorologischen Werte: Temperaturen in 40 cm Bodentiefe (nur Stationen 1 und 2), 10 cm Bodentiefe, 2 cm Bodentiefe mit Erdbodenthermometern; Temperaturen auf der Bodenoberfläche und 50 cm über dem Boden mit Sixthermometern; die relative Luftfeuchtigkeit 50 cm über dem Boden mit Haarhygrometern; die Windstärke mit dem Anemometer; die Verdunstungskraft der Luft mit dem Livingston'schen Atmometer in der Bürettenmontierung, die Ablesung auf 1/10 cm^3 genau ermöglicht, 50 cm über dem Boden und mit Piche-Atmometer auf Büretten montiert 30 cm und 2 cm über dem Boden; die Lichtstärke mit dem Photometer von Eder-Hecht in der Verbesserung durch Dorno und Mörikofer. In der Station 4 waren außerdem ein Schwarzkugel-Thermometer und ein Atmometer mit schwarzer Kugel aufgestellt.

Die Apparate waren der Besonnung frei ausgesetzt; doch wurden die Haare der Hygrometer vor direkter Besonnung geschützt. Die Thermometer der Bodenoberfläche und die Piche-Atmometer in 2 cm Bodenhöhe wurden mehr oder weniger von der Vegetation beschattet. Im Rhodoreto-Vaccinietum befanden sich das Livingston-Atmometer und das 30 cm-Piche-Atmometer unmittelbar über der Oberfläche des Zwerggesträuchs. In diesem Bestande war auch das Photometer etwas in das Zwerggesträuch eingesenkt, so daß es nur das Oberlicht erhielt.

Als Ganzes genommen ist die Einwirkung der Vegetation auf die Instrumente, die sich in Beschattung und in der Hemmung der Luftzirkulation geltend macht, sehr stark und allgemein im Piceetum bedeutend bei den im Innern des Bestandes liegenden Instrumenten

des Rhodoreto-Vaccinietums, unbedeutend bei den übrigen Instrumenten dieses Bestandes und im Elynetum und auf der Parkwiese, am schwächsten wohl in der Wiese, wo aber die Bäume der weiteren Umgebung die Windwirkung hemmten.

Allgemeiner Witterungscharakter[1]). Der Vortag war ein heller, strahlender und warmer Tag. Am Beobachtungstag zeigten sich bereits am frühen Morgen vereinzelte Wolken. Die Taubildung war stark auf der Weißfluh, von mittlerer Stärke in Davos, wo mit der Leick'schen Tauplatte in der Fichtenwaldstation 0,45 g, auf der Parkwiese 0,6 g Tauniederschlag festgestellt wurde. Schon früh am Morgen zeigten sich große Teile des Himmels leicht verschleiert. Die Sonne erschien in Davos um 6 Uhr, bei der Station Höheweg um 5 Uhr 55, auf der Weißfluh um 5 Uhr 45 (hinter Wolkenbänken). Für die Zeit von 5 bis 6 Uhr verzeichnet die meteorologische Station Davos eine Sonnenscheindauer von 52 Minuten. Die Bewölkung nahm rasch zu. Um 8 Uhr meldet die meteorologische Station Davos $^9/_{10}$ Himmelsbedeckung. Die Schätzungen unserer Beobachter sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt und geben im ganzen wohl

Schätzung der Himmelsbedeckung in Prozenten für die verschiedenen Beobachtungsstationen (die eingeklammerten Werte sind aus den in Worten gehaltenen Angaben interpretiert) für den 30.VII.1937

Tagesstunde	Station Davos	Station Höhenweg	Station Weißfluh
5	30	40	60
6	50	80	70
7	30	(50)	50
8	80	(70)	70
9	50	(60)	75
10	60	(70)	75
11	90	(90)	85
12	40	(50)	75
13	35	(50)	70
14	90	80	90
15	100	100	100
16	100	100	
17	100	100	
18	100	100	
19	(–80)	90	
20	10	40	

[1]) Dem Physikalisch-Meteorologischen Observatorium Davos danken wir für die Überlassung meteorologischer Daten des betreffenden Tages.

ein richtiges Bild von der Verteilung der Bewölkung, das kaum um mehr als 10% Fehler enthalten dürfte.

Während des Vormittags blieb die Bewölkung stark wechselnd und war auch infolge des Wolkenzuges für die verschiedenen Stationen etwas ungleich. Um 11 Uhr trat ein Bewölkungsmaximum ein und um 11 Uhr 35 resp. 11 Uhr 40 melden die Stationen Weißfluh, resp. Höheweg, einige Regentropfen. Nach mittag hellte der Himmel wieder auf; aber nur für kurze Zeit. Um 14 Uhr zog sich ein Gewitter zusammen, das gegen 15 Uhr losbrach und mit großer Heftigkeit über das Gebirge zog. In Davos trat es nur schwach in Erscheinung und brachte 1,1 mm Niederschlag. Auch auf den Höhenstationen ging der Sturm bald vorbei; es folgten aber weitere Regenschauer bis gegen 17 Uhr. Die Weißfluh war in Wolken gehüllt. Um 19 Uhr begann es aufzuheitern, und um 21½ Uhr meldet die meteorologische Station Davos völlig heiteren Himmel.

Die Gewitterbildung störte natürlich die normale Abwicklung der von uns gemessenen meteorologischen Faktoren, so daß keine typischen Kurvenbilder entstanden. Es ist aber auch von Interesse, solche gestörten Verhältnisse genauer zu betrachten. Wir wollen im folgenden die einzelnen der untersuchten Faktoren für die verschiedenen Stationen miteinander vergleichen.

Lichtmessungen. Die Graukeilphotometer waren horizontal ausgelegt. Das Instrument im Fichtenwald erhielt während der ganzen Zeit nur gedämpftes und diffuses Licht; die übrigen waren der Sonne frei ausgesetzt. Das Fixieren der Streifen wurde genau nach der von Dr. W. Mörikofer im Jahre 1934 herausgegebenen Anweisung ausgeführt. Es ergaben sich folgende Lichtstärken:

Davos im Piceetum	4	Einheiten
Davos auf der Parkwiese	220	„
Höheweg im Rhodoreto-Vaccinietum	776	„
Weißfluh im Elynetum	855	„

Eine beträchtliche Zunahme der Lichtstärke mit der Höhe war zu erwarten. Immerhin erscheint der Wert für die Weißfluh sehr hoch, da dort die Messungen nur bis um 15 Uhr durchgeführt werden konnten. Wahrscheinlich fand dort eine Verstärkung der Strahlung durch die Reflexion von den hellen Kalkfelsen der Umgebung statt.

Die Windstärke. Die meteorologische Station Davos gibt früh morgens eine sehr geringe Windstärke an (0,6 m pro Minute im Stundenmittel). Während des Vormittags erfolgt ein langsamer Anstieg, der sich gegen Mittag beschleunigt und zu ziemlich hohen Werten führt: 10 bis 11 Uhr = 3,2 m, 11 bis 12 Uhr 7,2 m. Diese hohen Werte halten bis 5 Uhr an und erreichen zwischen 14 und 15 Uhr mit 9,8 m den Maximalwert. Gegen 17 Uhr tritt ein Abfall ein; aber noch zwischen 19 bis 20 Uhr wird der beträchtliche Wert von 4,4 m registriert. Dieser Tagesverlauf der Windstärke ist der eines Tages mit sehr kräftigem Talwinde.

Unsere Stationen verhalten sich wesentlich anders. Im Fichtenwalde ist die Windbewegung kaum zu spüren. Sie wird nur zwischen 10 und 11 Uhr mit 0,2 m merkbar. Auch die Parkwiese bleibt weit hinter den Werten des Observatoriums zurück: sie erreicht zwischen 11 und 12 Uhr mit 1 m pro Sekunde den Höchstwert und fällt dann wieder auf etwa ½ m ab. Die Einwirkung der schützenden Bäume ist sehr stark, trotz der beträchtlichen Entfernung. Auf Weißfluh fehlt der Talwind, und die Windbewegung blieb in dieser Höhe ebenfalls verhältnismäßig gering. Sie erreichte morgens zwischen 5 und 6 Uhr 1 m, war also höher als in Davos; im Maximum zwischen 12 und 14 Uhr betrug sie nicht ganz 3 m und nahm zwischen 14 und 15 Uhr etwas ab. Das Gewitter war von heftigen Windstößen begleitet, die aber in den Messungen, die um 15 Uhr abgebrochen werden mußten, noch nicht zum Ausdrucke kommen.

Temperaturmessungen. Die Kurve der Lufttemperatur-Messungen des Observatoriums Davos ist in der Abb. 2 eingetragen.

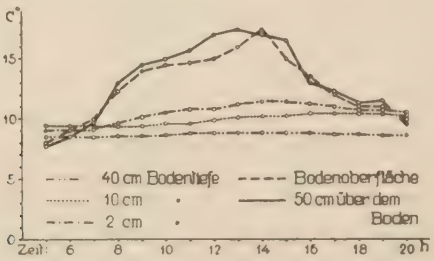


Abb. 1

Mikroklimatisches Höhenprofil Davos-Weißfluh. Temperaturwerte von Station I, Piceetum excelsae in Davos (1600 m).

Sie beginnt von 5–6 Uhr mit einem Mittelwerte von 7°, steigt zuerst rasch und dann langsam an, bleibt von 10 Uhr an mit 16° stabil, erreicht 13–14 Uhr einen kleinen Maximalwert von 17°, um daraufhin langsam und gleichmäßig abzufallen, bis auf 10° um 19 20 Uhr.

Dieser Kurve kommen in ihrem Verlaufe und in ihren Werten die Fichtenwaldkurven am nächsten (s. Abb. 1), insbesondere die des 50 cm über dem Boden hängenden Thermometers. Die Lufttemperatur steigt im Maximum dort etwas höher an (17,5°), was dem Fehlen des Windes zuzuschreiben ist. Die Temperatur der Bodenoberfläche bleibt im Kurvenanstieg etwas hinter der Lufttemperatur zurück, erreicht aber etwas verspätet (14 Uhr) das gleiche Maximum und folgt im Abfall eng der Lufttemperatur. Die Bodentemperaturen zeigen im Laufe des Tages nur eine geringe Veränderung mit einem verspäteten Maximum. Ihre Minimalwerte stehen höher als die der freien Luft, die Maximalwerte bedeutend tiefer. Die Schwankung zwischen den Extremwerten beträgt in 40 cm Bodentiefe 0,3°, in 10 cm Bodentiefe 1,0°, in 2 cm Bodentiefe 2,4°, auf der Bodenoberfläche 9,5°, in 50 cm über dem Boden ebensoviel. Bei den beiden der freien Luft ausgesetzten Thermometern kommt auch hier im Walde die Zunahme

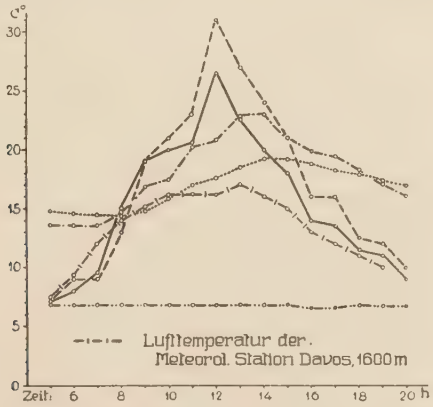


Abb. 2

Mikroklimatisches Höhenprofil Davos-Weißfluh. Temperaturwerte von Station II, Parkwiese in Davos (1600 m). Erklärung der Zeichen s. Abb. 1. Eingetragen ist ferner die Kurve der Lufttemperaturen im Phys.-Met. Observatorium Davos (stündliche Mittelwerte der dem Stundenpunkt folgenden Stunde).

der Bewölkung im Laufe des Vormittags durch eine kleine Einbuchtung sehr deutlich zum Ausdrucke.

In den drei anderen Stationen sind die Thermometer der Sonnenstrahlung frei zugänglich und erliegen außerdem der Windwirkung. Das hat zur Folge, daß wir viel stärkere Schwankungen treffen.

In der Parkwiese (s. Abb. 2) sind die Temperaturkurven ziemlich ausgeglichen und regelmäßig, zeigen aber einen starken Anstieg zum Maximum, das sich 50 cm über dem Boden bis auf 26,5° erhebt. Die Bodenoberfläche erwärmt sich hier bedeutend stärker, bis auf 31°. Auch der Anstieg der Temperaturen in 2 und 10 cm Bodentiefe ist sehr ausgeprägt mit einem Maximum von 23° resp. 19,5°. Die nächtliche Minimaltemperatur des Bodens liegt wesentlich höher als die der Luft (13,5° in 2 cm Bodentiefe, 14,5° in 10 cm Bodentiefe). Sie tritt erst im frühen Vormittag ein (10 cm Bodentiefe um 8 Uhr). Die Temperatur in 40 cm Bodentiefe dagegen zeigt nur eine ganz unbedeutende Schwankung (0,2°). Die maximalen Temperaturwerte der Luft werden um 12 Uhr erreicht; die des Bodens treten später ein (14 resp. 14–15 Uhr). Das Gewitter ruft einen verfrühten Abfall der Bodentemperaturen hervor, der sich bis in 40 cm Tiefe geltend macht, wo um 16 und 17 Uhr die niedrigsten Temperaturwerte gemessen werden.

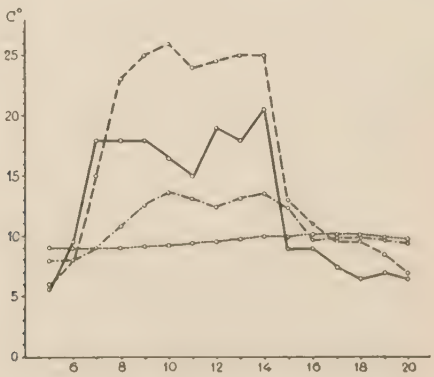


Abb. 3

Mikroklimatisches Höhenprofil Davos-Weißfluh. Temperaturwerte von Station III, Rhodoreto-Vaccinietum am Höheweg (2140 m). Erklärung der Zeichen s. Abb. 1.

Das Bild dieser Reihe von Temperaturkurven wird beherrscht von der hochverlaufenden und gegen den Nachmittag ansteigenden Durchschneidung der Lufttemparaturen durch die Bodentemperaturen.

Höheweg (s. Abb. 3). Die Temperaturen der Luft steigen am Morgen steil an, wobei die Temperatur der Bodenoberfläche trotz der Beschattung durch das Zwerggesträuch sehr bedeutend über die in 50 cm Höhe ansteigt. Die zunehmende Bewölkung äußert sich in einer ausgesprochenen Köpfung der Kurvenmaxima. So erreicht die 50 cm-Kurve bereits um 7 Uhr einen Maximalwert und fällt um 10 und 11 Uhr sogar wieder zurück, um erst zwischen 12 und 14 Uhr etwas anzusteigen (Maximum 20,5°). Die Kurve der Bodenoberfläche steigt bis um 10 Uhr an und erreicht damit das Tagesmaximum (26°). Wie die 50 cm-Kurve fällt sie um 11 Uhr auf ein mittägliches Minimum. Mit dem Einbruche des Gewitters fallen beide Kurven steil ab, von da an bis 20 Uhr nur noch langsam, wobei sie sich den morgendlichen Ausgangswerten bis auf 1° nähern.

In gemildertem Maße zeigt auch die Kurve von 2 cm Bodentiefe den gleichen Verlauf. Nur tritt die mittägliche Kurveneinsenkung um eine Stunde später ein. In 10 cm Bodentiefe steigt die Temperatur im Laufe des Tages nur um 1,2° an, erreicht das Maximum um 16 Uhr (10,2°) und fällt bis um 20 Uhr nur um 0,3° ab. Bewölkung und Regen brachten hier keine Abnahme der bereits geringen Bodentemperatur, verhinderten aber doch ein stärkeres Ansteigen derselben, das bei hellem Himmel zu erwarten gewesen wäre.

Weißfluh (s. Abb. 4). Die Lufttemperaturen nehmen am Morgen den normalen starken Anstieg, der bereits im frühen Vormittag zum Stillstand kommt. Um 9 Uhr erreicht die 50 cm-Kurve ihren ersten Gipfel, um 10 Uhr die Kurve der Bodenoberfläche. Beide Kurven zeigen weitere Maximalwerte um 12 und 14 Uhr, die aber 50 cm über dem Boden nur den Wert von 9 Uhr erreichen (14°), während sie für die Bodenoberfläche höher stehen und um 14 Uhr mit 30,5° das Maximum aufweisen. Gegen den Augenblick des Gewitterausbruches hin tritt ein starker Abfall ein. Auffallend ist der sehr tiefe Minimalstand der Temperatur der Bodenoberfläche mit −1,5° um 5 Uhr (Minimum der Nacht −2,5°).

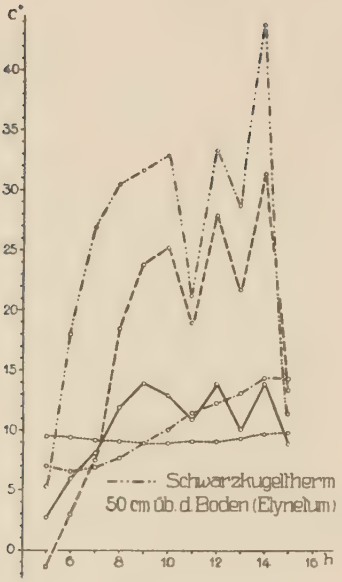


Abb. 4

Mikroklimatisches Höhenprofil Davos-Weißfluh. Temperaturwerte von Station IV, Elynetum myosuroidis auf der Weißfluh (2740 m). Erklärung der Zeichen s. Abb. 1.

Das Schwarzkugelthermometer macht in vollkommener Weise den Temperaturgang der Bodenoberfläche mit, nur sind die Werte wesentlich höher. Das Maximum um 14 Uhr beträgt 43,8°.

Die Kurve der Temperatur in 2 cm Bodentiefe beginnt mit einem verhältnismäßig hohen Werte (7°), sinkt von 5 6 Uhr noch um einen halben Grad ab und steigt dann langsam aber stetig an, so daß sie um 11 Uhr und wieder von 13 Uhr an die 50 cm-Kurve, von der sie am Morgen geschnitten wurde, wieder übergipfelt. Sie erreicht das Maximum mit 14,4° um 14 Uhr und fällt bis zum Abbruche der Messungen um 0,1°. In 10 cm Bodentiefe zeigen sich nur sehr geringe Temperaturveränderungen. Die Morgentemperatur ist mit 9,5° verhältnismäßig hoch. Sie fällt vorerst noch ein wenig und erreicht zwischen 9 und 10 Uhr den Minimalwert mit 9°, um dann bis 15 Uhr auf 9,9° anzusteigen.

Vergleich der Temperaturkurven der verschiedenen Stationen. In 40 cm Bodentiefe stimmt der Kurvenverlauf bei

beiden Stationen im wesentlichen überein: die Temperaturen bleiben während des Beobachtungstages beinahe unverändert. Doch liegt die Temperatur im Walde beinahe 2° höher und weist einen kleinen Anstieg von 0,3° vom Morgen bis zum Mittag auf, der auf der Wiese nicht beobachtet wurde. Die Temperaturkurven für 10 cm Bodentiefe verlaufen für die drei in natürlicher Vegetation liegenden Stationen in außerordentlichem Maße parallel und in gleicher Höhe, meist nicht einmal 1° auseinander. Höheweg liegt durchweg um etwa 0,5° unter Davos-Fichtenwald; Weißfluh steht um 5 Uhr 0,1° höher als Davos, wird aber, da hier das Minimum sehr verspätet eintritt, von den beiden andern Kurven geschnitten und steigt dann bis zum Zeitpunkte des Abbruches der Messungen wieder gleichmäßig an. In scharfem Gegensatze zu diesen drei Stationen steht die Parkwiese in Davos. Ihr Anfangswert ist um volle 5° höher und der gegen Mittag erfolgende Anstieg bedeutend stärker, so daß die maximalen Werte um etwa 9° höher sind. In 2 cm Bodentiefe herrschen ähnliche Verhältnisse: Piceetum-Rhodoretum- und Elynetum-Kurve liegen benachbart, während die Parkwiesenkurve weit über ihnen verläuft. Allerdings ist die Übereinstimmung der drei erstgenannten Kurven nicht mehr so groß wie in 10 cm Bodentiefe. Die Piceetum-Kurve weist die geringste Schwankung auf und wird, trotz des höchsten

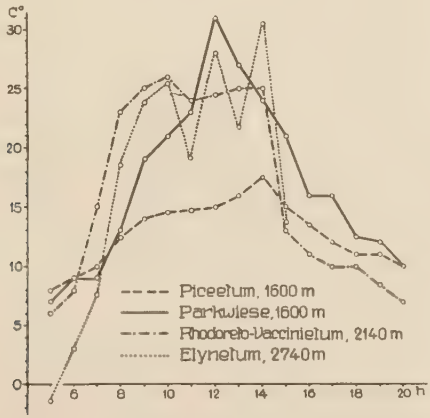


Abb. 5

Mikroklimatisches Höhenprofil Davos-Weißfluh. Temperaturen an der Bodenoberfläche.

Morgenwertes, im Laufe des Tages von den beiden andern Kurven überholt, zuerst von der Rhodoretumkurve, dann von der Elynetumkurve, letzteres in einem Zeitpunkte, da die Rhodoretumkurve bereits ihr Maximum hinter sich hat. Im Laufe des Nachmittags fällt die Rhodoretumkurve auch unter die Piceetumkurve zurück.

Ein gänzlich verändertes Bild bieten die Temperaturen der Bodenoberfläche (s. Abb. 5). Sie verlaufen alle wesentlich höher als die Bodentemperaturen, trotzdem sie ihren Ausgang von einem tieferen Morgenwert nehmen, und diesmal ist es die Piceetumkurve, die sich durch ihren ruhigen Verlauf und die bedeutend niedrigeren Werte zwischen 9 und 14 Uhr von den drei übrigen ausgeprägt distanziert. Nächst ihr weist die Kurve der Parkwiese den regelmäßigsten Verlauf auf, aber verbunden mit dem höchsten Maximalwerte, während das Elynetum der Weißfluh die stärksten Schwankungen zeigt. An einem klaren, windstillen Tage würde ohne Zweifel der Elynetumwert am höchsten gestiegen sein. Die Temperatur in 50 cm über dem Boden (s. Abb. 6) gibt für die einzelnen Kurven die gleichen Eigentümlich-

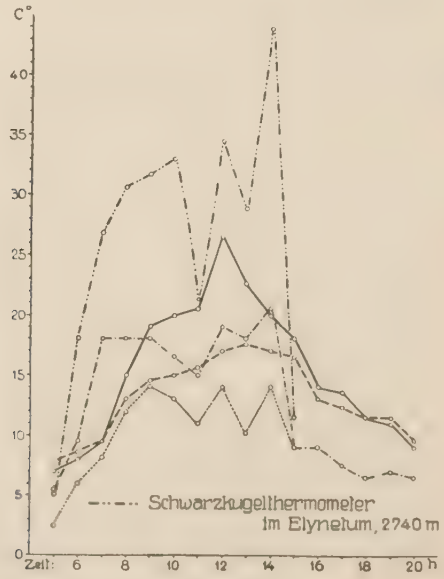


Abb. 6

Mikroklimatisches Höhenprofil Davos-Weißfluh. Temperaturen 50 cm über der Bodenoberfläche. Erklärung der Zeichen s. Abb. 5.

keiten wie an der Bodenoberfläche: starke Schwankungen der Höhenstationen, geringere Schwankungen mit starkem Maximumanstieg auf der Parkwiese und stärkste Ausgeglichenheit mit geringstem Anstieg im Piceetum. Die absoluten Temperaturwerte sind geringer geworden als auf der Bodenoberfläche, und insbesondere ist die Weißfluhkurve stark zurückgefallen, so daß sie während der ganzen Dauer der Beobachtung am tiefsten liegt.

Wenn wir diese Ergebnisse der Temperaturmessungen überblicken, so erkennen wir, daß der Beobachtungstag eine starke Beeinflussung des normalen Temperaturganges durch die Bewölkung und die Niederschläge aufweist. Der regelmäßige Verlauf der Kurven wird dadurch gestört. Diese Störung macht sich in den Tiefen des Bodens am wenigsten geltend und nimmt gegen die Bodenoberfläche hin und dann in stärkerem Maße an der offenen Luft zu. Die Talstationen werden von der ungünstigen Witterung weniger beeinflußt als die Höhenstationen, am schwächsten das Binnenklima des Fichtenwaldes. Die für die Höhenstationen zu erwartenden hohen Maximalwerte der Temperatur in der bodennahen Luftschicht und in den obersten Bodenhorizonten treten nur abgeschwächt in Erscheinung. Das Schwarzkugelthermometer dagegen, das die Strahlungswärme mißt und von der Erwärmung der Luft wenig abhängig ist, weist auf der Weißfluh doch noch hohe Werte auf, wenngleich auch hier die starken Schwankungen andeuten, daß die Maximalwerte noch höher sein könnten.

Es ist übrigens nicht außer acht zu lassen, daß wir bei den jeweils mit dem Stundenschlag erfolgenden Messungen die Höchstwerte nur dann erfassen, wenn sie zufällig in diesem Zeitpunkte eintreten. Bei stark wechselnder Bewölkung, wie am Vormittag des Beobachtungstages, würden die Kurven wesentlich andere Gestalt annehmen, wenn wir die innerhalb einer Stunde eingetretenen Höchstwerte oder Mindestwerte der Temperaturen darstellen wollten. Leider sind die Beobachtungen nicht vollständig genug, um dies zu ermöglichen. Für Davos und Höheweg steht immerhin fest, daß das Temperaturmaximum des Tages 50 cm über dem Boden nur wenig höher liegt als dasjenige unserer Kurven. Für die Temperatur der Bodenoberfläche aber ergeben sich wesentlich höhere Maximalwerte (Parkwiese 34°, Höheweg 33°). Auffallend ist der starke Gegensatz zwischen dem Fichtenwalde und der benachbarten Parkwiese in den absoluten

Werten und in der Art der Tagesschwankung, der so weit geht, daß in 10 cm und 2 cm Bodentiefe die Werte des Waldes viel näher denjenigen des 540 m höher gelegenen Rhodoreto-Vaccinietums und des 1140 m höher gelegenen Elynetums stehen als denen der Parkwiese. Die vom Wald über das Rhodoreto-Vaccinietum zum Elynetum abnehmende Beschattung des Bodens, verbunden mit der Zunahme der Strahlungsenergie, hebt in ihrer Einwirkung auf den Boden gerade die Abnahme der Lufttemperatur auf. Dieses Verhältnis dürfte allerdings nur für einen stark wolkigen Tag gelten, der die volle Auswirkung der Strahlung in der Höhe verhindert.

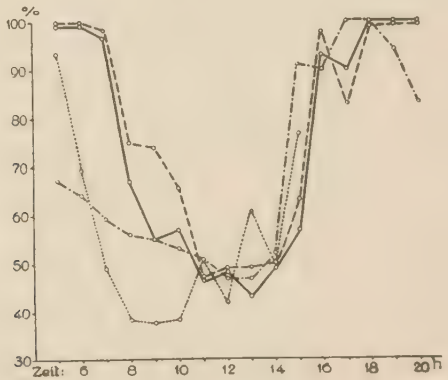


Abb. 7

Mikroklimatisches Höhenprofil Davos-Weißfluh. Gang der relativen Luftfeuchtigkeit. Erklärung der Zeichen s. Abb. 5.

Die relative Luftfeuchtigkeit weist für alle Stationen den gleichen Tagesgang auf (Abb. 7). Vom morgendlichen Höchstwerte fällt die Luftfeuchtigkeit etwas unregelmäßig bis zu einem Mindestwert zwischen 11 und 14 Uhr und steigt dann sehr rasch infolge des Regens zu einem neuen Maximum an, das zur vollständigen Sättigung führt. Auf der Weißfluh erfolgt der morgendliche Abfall am raschesten, und der Minimalwert wird bereits zwischen 8 und 10 Uhr erreicht. Diese Kurve weist auch die stärksten Schwankungen auf, die aber in schöner Weise den Schwankungen der Temperaturkurven der Bodenoberfläche und in 50 cm Bodenentfernung umgekehrt proportional gehen. Über dem Rhodoretum des Höhenweges ist die Luft-

feuchtigkeit des Morgens bedeutend geringer als in den übrigen Stationen, was erklärt, daß die Beobachter dort keinen Tau meldeten. Sie sinkt dann im Laufe des Vormittags langsam und gleichmäßig ab.

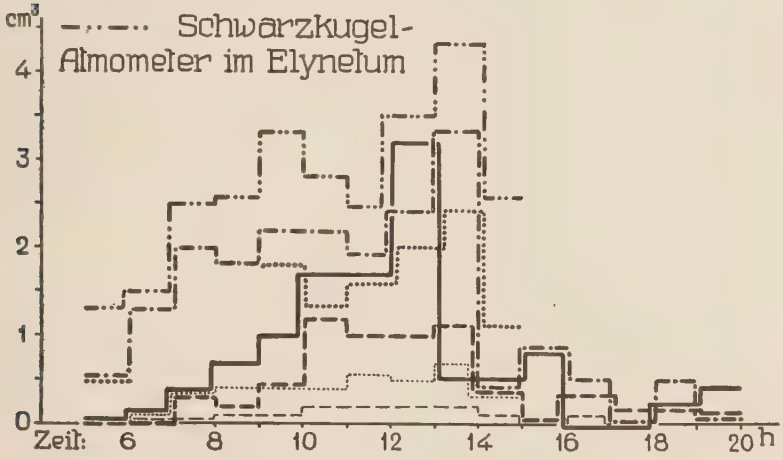


Abb. 8

Mikroklimatisches Höhenprofil Davos-Weißfluh. Gang der Atmometerverdunstung. Erklärung der Zeichen s. Abb. 5. Die dickeren Kurvenlinien bedeuten die Livingstonschen Atmometer, die beiden dünnen Linien die Piche-Atmometer im Piceetum und im Elynetum, 30 cm über dem Boden.

Die Ergebnisse der Wasserverdunstung mit den Atmometern von Livingston sind in der Abbildung 8 zusammengestellt und zwar wurden die beobachteten Ergebnisse auf den Standardzylinder reduziert. Wir erhalten hier nicht Augenblickswerte sondern die stündlichen Summen, die von der vorübergehenden Schwankung der Bewölkung weniger abhängig sind. Trotzdem geben die Kurven kein einheitliches Bild. Dies ist gut zu begreifen, wenn wir berücksichtigen, daß die Bewölkungsminima und -maxima für die verschiedenen Stationen zu ungleicher Zeit eintraten, daß sie sich auf Temperatur und Luftfeuchtigkeit in ungleicher Weise auswirkten und daß auch die Windgeschwindigkeit bei den einzelnen Stationen verschieden war. Diese Faktoren aber sind es, die miteinander die Verdunstungsgröße bestimmen. Infolgedessen ergibt die gestörte

Wetterlage ein entsprechend gestörtes Bild der Verdunstungsgröße. Die verschiedenen Maxima und Minima der Verdunstungswerte stimmen nur in sehr beschränktem Maße überein.

So treffen wir für die Parkwiese den regelmäßigen Anstieg zum Maximum, das hier zwischen 12 und 13 Uhr liegt und dann den scharfen Abstieg, der allerdings in der Verdunstungsgröße schon zwischen 13 und 14 Uhr eintritt und sich im Laufe des Nachmittags stärker differenziert als in den Temperaturwerten, weil er in den Zeiten des Regenfalls oder der Wasserdampfsättigung der Luft jeweilen auf den Nullpunkt sank. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß in der Stunde des Hauptgewitters (15–16 Uhr) die Parkwiese, wie übrigens auch der Höheweg, eine Steigerung der Verdunstungsgröße aufweist, während der Wert für den Fichtenwald auf Null herabsank. Die Ursache dürfte in der Windwirkung liegen, die nach dem ersten heftigen Regen die Verdunstung beförderte. Absolut genommen ist die Verdunstungsgröße im Fichtenwalde am geringsten. Auf der Weißfluh, wo sie im Laufe des Vormittags kräftig anstieg (infolge eines Apparatdefektes fehlen die Werte von 6–9 Uhr), bleibt sie vom späteren Vormittag an hinter dem Höheweg und der Parkwiese zurück, was auch in der Entwicklung der Lufttemperatur eine Parallele findet. Weitaus die höchsten Werte ergibt das Schwarzkugelatmometer, das als Integrationsinstrument für die Wirkung der Sonnenstrahlung angesichts der geringen Windstärke wohl unter den verwendeten Apparaturen die Strahlungswirkung des Beobachtungstages für die Station Weißfluh am besten wiedergibt. Seine Angaben stimmen weitgehend mit denen des Schwarzkugelthermometers der gleichen Station überein (vgl. Abb. 4).

Dagegen bleiben die im Physikalisch-Meteorologischen Observatorium Davos beobachteten Wärmesummen der Sonnenstrahlung von 10–14 Uhr beinahe gleich hoch. Sie stehen somit im Widerspruch mit der Verdunstungskurve der Parkwiese, und da auch die Windstärke von 13–15 Uhr zunahm, beruht vielleicht der Verdunstungskurvenabfall, der dort um 14 Uhr festgestellt wurde, auf einer Fehlbeobachtung. Der Wert von 12–13 Uhr müßte in diesem Falle niedriger, der von 13–14 Uhr in gleichem Maße höher sein. Im übrigen ist mit den Wärmesummen in Grammkalorien pro Quadratzentimeter Horizontalfläche in den Hauptzügen des Kurvenverlaufes Übereinstimmung vorhanden.

Die Verdunstungsgröße der Piche-Atmometer wurde in jeder Station 2 cm und 30 cm über dem Boden beobachtet. Die Ergebnisse sind wesentlich brauchbarer als im Sommer 1936; aber auch diese Kurven weisen mancherlei Unausgeglichenheiten auf, die sich teilweise nicht erklären lassen. Wir haben in der Abbildung 8 die Kurven für den Fichtenwald und für die Weißfluh im gleichen Maßstabe wie die Atmometerkurven eingetragen, und es ergibt sich, daß die ermittelten Verdunstungsbeträge mehrmals kleiner sind als die der Livingston'schen Atmometer (da die letzteren eine Reduktion auf den Standardzylinder erfahren haben, so ist der Unterschied in Wirklichkeit noch bedeutend größer), der Apparat also verhältnismäßig wenig empfindlich ist.

Aus den Ergebnissen dieser Messungen möchten wir hervorheben, daß auch für die Piche-Atmometer die Verdunstungsgröße im Fichtenwalde am geringsten ist und hier in Bodennähe und 30 cm über dem Boden annähernd gleiche Beträge erreicht. In den übrigen Stationen ist die Verdunstung 30 cm über dem Boden jeweilen höher als in der Bodennähe, und absolut genommen sind die Beträge in der Station Weißfluh am höchsten, im Gegensatze zu den Ergebnissen der Livingston'schen Atmometer, deren verdunstende Oberfläche allerdings etwas höher über dem Boden angebracht war.

Vergleich mit den Ergebnissen der Messungen im Jahre 1936. Es ist naheliegend, das mikroklimatische Höhenprofil, das wir am 27. Juli 1936 am Jakobshorn nach den gleichen Grundsätzen aufgenommen haben, mit unserem Weißfluhprofil zu vergleichen. Eine völlige Übereinstimmung wäre auch bei übereinstimmendem meteorologischem Charakter der beiden Beobachtungstage nicht zu erwarten, da das Jakobshornprofil am Westhange liegt, das Weißfluhprofil am Südosthang. Außerdem lagen nur die beiden Rhodoreto-Vaccinietumstationen in gleicher Meereshöhe, während die Piceetumstation am Jakobshorn 350 Meter höher lag (1950 m), und die mit der Elynetumstation zu vergleichenden Stationen auf dem Jakobshorn rund 200 Meter tiefer liegen (Gratstation, Avenetum versicoloris = 2560 m; Station am Westhange, Semperviretum = 2500 m) und auch bedeutend stärker lokalklimatisch beeinflußt sind (Avenetum durch die windoffene Lage auf dem Grate, Semperviretum durch die Steilheit der Exposition). Außerdem war aber der Witterungscharakter der

beiden Beobachtungstage wesentlich verschieden, indem am Tage der Messungen am Jakobshorn die Bewölkung, die im Laufe des Vormittags sehr wechselte und ihr Maximum zwischen 12 und 14 Uhr erreichte, im Laufe des Nachmittags bis zur völligen Aufhellung abnahm, während in den Hochlagen der aus westlichen Strichen wehende Wind andauernd an Kraft gewann.

Die Kurve der Lufttemperatur der meteorologischen Station Davos zeigte dementsprechend von 10-17 Uhr einen sehr flachen Verlauf mit einer deutlichen leichten Einbiegung um 13–14 Uhr. Die absoluten Werte stehen aber bedeutend höher als 1937: um 6–7 Uhr werden bereits 13,6° angegeben (gegen 9° 1937); die maximalen Werte erreichen 22° (5° höher als 1937) und für 19–20 Uhr werden 18° (10°) angegeben. Der Beobachtungstag von 1937 war also im Tale um rund 5–6° kühler.

Die Werte für die einzelnen Beobachtungsstationen von 1936 zeigen, soweit sie in der freien Luft gewonnen wurden, durchwegs eine ausgesprochene Erniedrigung während der starken Himmelsbedeckung über Mittag, die vielfach zu einer ausgesprochenen Zweigipfeligkeit der Kurven führt. Auch bei einem Teil der Bodentemperaturen ist diese Kurveneinsenkung noch festzustellen. Wir werden beim Vergleiche mit 1937 darauf nicht zurückkommen.

Im Fichtenwald ergibt sich in den beiden Jahren für die Temperaturen im wesentlichen das gleiche Kurvenbild. Wir finden also in beiden Jahren die ausgleichende Wirkung des Wald-Binnenklimas. Die Temperaturkurve in 50 cm Bodenhöhe und die der Bodenoberfläche verlaufen benachbart und ebenso unter sich die Temperaturen von 2 und 10 cm Bodentiefe. Die Bodentemperaturen der beiden Stationen sind für 1936 und 1937 beinahe gleich hoch (Unterschiede rund 0,5° zugunsten von 1936). Die Lufttemperaturen von 1937 zeigen eine größere Gesamtschwankung, die aber nur scheinbar ist und davon herrührt, daß die Beobachtungsdauer im Jahre 1937 morgens früher einsetzte und abends länger andauerte, so daß wir auch die nächtlichen Minimalwerte gemessen haben. Die absoluten Höchstwerte bleiben 1937 um 1° hinter denen von 1936 zurück, während nach dem Verhalten der Lufttemperaturen von Davos ein Unterschied von etwa 4° zu erwarten wäre.

Im Rhodoretum, das beide Jahre ungefähr in gleicher Meereshöhe lag, unterscheiden sich die Kurvenbilder der Temperaturen vor allem dadurch, daß die Temperatur der Bodenoberfläche nur im Jahre 1937 wesentlich über diejenige in 50 cm über dem Boden ansteigt. Das hängt wahrscheinlich damit zusammen, daß die Instrumente im Jahre 1937 in weniger dicht geschlossenem Zwerggesträuch standen, so daß die Erwärmung der Bodenoberfläche durch direkte Strahlung kräftiger war. Im übrigen weisen sie bis 15 Uhr weitgehend den gleichen Gang auf. Die Maximalwerte der 50 cm-Kurven bleiben 1937 um 1° hinter 1936 zurück, die morgendlichen Minimalwerte allerdings allem Anscheine nach bedeutend mehr. Die Bodentemperaturen bleiben in Minimal- und Maximalwerten im Jahre 1937 um rund 3° hinter denen von 1936.

Die Höhenstationen bilden wieder ein Klasse für sich und stimmen in den Jahren 1936 und 1937 im wesentlichen Gange der Temperaturkurven überein. Sie sind charakterisiert durch die starke Erwärmung der Bodenoberfläche und das Absinken der Temperaturen 50 cm über der Bodenoberfläche, die bereits in die Nähe der Temperaturen in 2 cm Bodentiefe rücken. Letztere steigen im Laufe des Tages stark an. Weißfluh, die höchstgelegene Station, zeigt die Erscheinung am stärksten. Ihre Bodenoberflächen-Temperaturwerte gehen höher als die vorjährigen vom Jakobshorn, während die Temperaturen 50 cm über dem Boden um 5–6° zurückbleiben. Mit steigender Bodentiefe nimmt allem Anscheine nach in größerer Höhenlage die Durchwärmung rasch ab: in 2 cm Bodentiefe bleibt Weißfluhjoch um 2° gegenüber dem Jakobshorn zurück, in 10 cm Bodentiefe um 5°. Die starke Erwärmung der Bodenoberfläche ist aber nicht nur eine Funktion der Meereshöhe sondern in höherem Maße von der Bodenbedeckung abhängig: die Parkwiesenstation in Davos zeigt auf dem frisch gemähten Rasen ebenfalls an der Bodenoberfläche den höchsten Temperaturverlauf, allerdings bei hoher 50 cm-Temperaturkurve und starker Erwärmung der oberen Bodenschichten.

Verdunstungsmessungen. Die Verdunstungswerte bewegen sich in den beiden Beobachtungsjahren in der gleichen Größenklasse. Am niedrigsten sind sie im Piceetum; das Rhodoreto-Vaccinietum weist die höchsten Werte auf, besonders nach dem Mittag, hinter denen die Höhenstationen etwas zurückbleiben.

Luftfeuchtigkeit. Die Kurvenbilder der relativen Luftfeuchtigkeit sind in den beiden Beobachtungsjahren recht ungleich. Nicht nur haben wir im Jahre 1937 im Nachmittag infolge der Niederschläge den aufsteigenden Ast der Kurven bis zur Sättigung, während im Jahre 1936 dank der Aufhellung des Himmels und der Zunahme des Windes die niedrigsten Werte erst zwischen 17 und 18 Uhr erreicht wurden, sondern auch der morgendliche Kurvenabfall ist sehr verschieden. Um 7 Uhr 30, der Zeit der ersten Ablesung im Jahre 1936, steht die relative Luftfeuchtigkeit noch bei allen Stationen hoch, am höchsten bei den hochgelegenen Stationen. Im Jahre 1937 zeigen gerade diese Stationen die niedrigsten Werte an, die dann auf der Weißfluh sehr rasch zu einem Tiefstwerte fallen. Diese Unterschiede hängen jedenfalls neben den Unterschieden in der Wetterlage vor allem mit der Gesamtexposition zusammen: am Westhange (1936) tritt die Auftrocknung der Luft durch Besonnung und Aufwärmung spät in Erscheinung, am Südosthange früh. An einem reinen Strahlungstage müßten diese Unterschiede noch auffallender werden.

Die stärksten Unterschiede zwischen den beiden Jahren ergeben die Lichtmessungen. Die gemessenen Lichtstärken sind im Jahre 1937 im Fichtenwalde 4 mal kleiner als im Jahre 1936, im Rhodoretum dagegen rund 11mal größer, auf der Weißfluh, trotzdem dort die Messungen bereits um 15 Uhr abgebrochen wurden, 4,5mal größer als in der Jakobshorn-Höhenstation. Nachprüfung der exponierten Streifen hat die Messungen bestätigt. Der geringe Wert des Fichtenwaldes findet seine Erklärung im dichteren Bestandesschlusse. Die hohen Werte der Höheweg- und Weißfluhstation im Jahre 1937 sind teilweise darauf zurückzuführen, daß die Apparate von der Morgendämmerung an funktionierten und dadurch mehrere Morgenstunden gewannen, zur Hauptsache aber durch eine stärkere Sonnenstrahlung und Lichtreflexion bedingt. Die Bewölkung hat sich also in den beiden Jahren sehr ungleich ausgewirkt. Vielleicht war 1937 das Photometer der Station Höheweg etwas freier gelagert, als im Jahre 1936. Die Werte von 1937 sind übrigens nach den von Dorno veröffentlichten Daten für Davos nicht besonders hoch.

Phot. B. Stüßi

Abb. 1. Piceetum-Station

Phot. J. Dannenberg

Abb. 2. Elynetum-Station

Phot. H. Gilomen, 1933

Abb. 1.

Pionierrasen von *Dryas octopetala* und *Carex curvula* ssp. *Rosae*. Grande Séolane, 2460 m. Malmkalk.

Abb. 2.

Carex curvula, L.: ssp. *Rosae* (geradwüchsig, Ährchen kleiner und heller); r.: ssp. *eu curvula* (Stengel krumm, Blätter ausgebogen, Ährchen größer und dunkler).

Zusammenfassung.

Am 30.VII.1937 wurden in Davos an einem Höhenprofil, das vier Stationen umfaßte (Fichtenwald und Parkwiese in Davos, 1600 m; Rhodoreto-Vaccinietum im Höheweg, 2150 m; Elynetum auf der Weißfluh, 2740 m) mikroklimatische Messungen ausgeführt. Die Untersuchung war vom Wetter nicht begünstigt, indem der Himmel bereits am Vormittag stark wolkig war und am frühen Nachmittag ein Gewitter einsetzte, das Himmelsbedeckung bis am Abend brachte und den Abbruch der Höhenstation notwendig machte. Die Ergebnisse ergeben trotz der Störungen im wesentlichen die gleichen Gesetzmäßigkeiten, wie sie bereits im Jahre 1936 an einem anderen mikroklimatischen Höhenprofil im Gebiete von Davos festgestellt wurden. Stärkere Abweichungen zeigte der Verlauf der Luftfeuchtigkeit und die Lichtstärke. Es erscheint sehr wünschenswert, diese Untersuchungen fortzusetzen, teilweise unter Benützung der gleichen Stationen.

ZUR KENNTNIS VON *FESTUCA STENANTHA* (Hackel) Richter.

Von *Felix J. Widder*, Graz.

(Aus dem Institut für systematische Botanik der Universität Graz)

Einen Teil der Ergebnisse, die ich der Teilnahme an dem ersten „Kurs in Alpenbotanik" 1936 zu verdanken habe, konnte ich schon im Vorjahre an dieser Stelle [1]) behandeln. Die weitere Durcharbeitung meiner Aufsammlungen führte zur vorläufigen Klärung einer bisher wenig beachteten Art der Gattung *Festuca*, worüber ich im folgenden berichte.

Am 23. Juli 1936 durchwanderten die Exkursionsteilnehmer die botanisch und landschaftlich überaus anziehende Züge-Schlucht. Unterhalb Davos-Monstein wurde die Vegetation der trockenen Kalkfelsen näher untersucht, die den — bergkundlich — linken Hang aufbauen. Dort und später, nach Übersetzen des Landwassers, auch an der rechten Talseite, wurde eine eigenartige *Festuca* aus der Sektion *Ovinae* festgestellt, die zunächst als *F. alpina* Sut. angesprochen wurde. Die zarten, gelblichgrünen Pflanzen mit den auffallend kurzen Antheren ließen kaum eine andere Bestimmung als möglich erscheinen, zumal da eine andere Art wenigstens nach den Gebietsfloren gar nicht in Frage kam. Bedenken erregte eigentlich nur die tiefe Lage des Fundortes (bei 1300 m) und der Gesellschaftsanschluß (Potentilletum caulescentis).

Die Untersuchung des Blattquerschnittes, die erst später vorgenommen wurde, zeigte aber sofort, daß die anfängliche Bestimmung unrichtig war. Denn *F. alpina* Sut., deren Formenkreis zuletzt von Litardière, Revis. *F. ovina* subsp. *alpina*, Bull. Soc. bot. France *70* 287–293 (1923) eingehender bearbeitet wurde, ist i. e. S. immer durch die zarten, drei- bis fünfnervigen Blätter mit nur drei (zwei rand-

[1]) Ber. Geobot. Forschungsinst. Rübel Zürich **1936**, 77–84 (1937).

ständigen und einem mittleren) unscheinbaren Sklerenchymbündeln charakterisiert, die so dünn sind, daß im Querschnittsbild das mittlere Sklerenchymbündel meist kleiner ist als das mittlere Gefäßbündel. Die vorliegenden Pflanzen besitzen jedoch siebennervige Blätter mit drei (zwei randständigen und einem mittleren) sehr auffallenden Sklerenchymbündeln, die so dick sind, daß im Querschnittsbild das mittlere Sklerenchymbündel an Fläche das mittlere Gefäßbündel bei weitem, mindestens um das Doppelte übertrifft. Vgl. die Abb. 1c. Eine Zuordnung unserer Pflanzen zu *F. alpina* kann aber auch durch den Hinweis auf die verhältnismäßig kurzen Antheren nicht gestützt werden. Denn die Anthere ist zwar in fast allen Fällen kürzer als die halbe Vorspelze, erreicht aber immerhin eine Länge von 1,7 bis 2 mm. *F. alpina* hingegen besitzt „antherae minimae (1 mm v. parum ultra), ... paleâ triplo–4plo breviores", Hackel, Mon. Fest. 117 (1882).

Gelegentlich der Durchsicht einer größeren Anzahl von Herbarbelegen fand ich übrigens, daß die in der Flora Raet. exs. Nr. 922 als *F.* „*alpina* Sut." aus dem Val Scarl ausgegebenen Pflanzen ebenfalls nicht diese Art darstellen, sondern mit unseren Pflanzen aus der Zügeschlucht übereinstimmen.

Die systematische Stellung der fraglichen Sippe ergibt sich aus der folgenden Zusammenstellung [1]) der entscheidenden Merkmale:

Innovation intravaginal.

Blattscheiden nur knapp unter der Mündung (etwa 1 bis 2 mm) offen, sonst geschlossen, im Alter in gelblichbraune, glänzende, dünne Streifen und geschlängelte Fasern sich auflösend.

Blätter borstenförmig, (0,5) 0,6 bis 0,7 (0,9) mm dick, fast immer siebennervig, mit drei sehr kräftigen, und zwar zwei randständigen und einem mittleren Sklerenchymbündel, wozu vereinzelt noch je ein randnahes, sehr kleines Sklerenchymzwischenbündel kommen kann. Mittleres Sklerenchymbündel mindestens zweimal, meistens drei- bis achtmal dicker als das mittlere Gefäßbündel. Vgl. Abb. 1.

Blatthäutchen mit zwei oft etwas vorgezogenen Öhrchen, Rand feinst bewimpert. Blütenstand eine lockere, schmale Rispe. Unterste Äste meist zu zweien, der längere meist mit mehreren Ährchen.

---

[1]) In dieser Zusammenstellung sind bereits alle unten aufgezählten Belege mit berücksichtigt worden.

Ährchen fahl gelblichgrün, selten etwas violett überlaufen, samt den Blütenstandsachsen oft deutlich bereift, wegen der frühzeitig eingerollten Ränder der schmalen, spreizenden Deckspelzen auffallend locker und „durchsichtig", so daß die Ährchenspindel größtenteils sichtbar ist, Granne der Deckspelzen deren halbe Länge durchschnittlich noch erreichend.

Anthere (1,5)–2 bis 2,5 mm lang, selten länger, meist deutlich kürzer als die halbe Vorspelze.

Aus dieser nur die wesentlichsten Merkmale enthaltenden Übersicht läßt sich entnehmen, daß nur eine Art der *laevis*-Gruppe in Betracht gezogen werden kann. Hierher gehört die in der Schweiz häufige *F. Halleri*, die aber in der Tracht, im Blütenstand, in der Antherenlänge und auch in der Ökologie (hochalpine Charakterart des Curvuletums auf kalkarmen Böden, kaum unter 1700 m herabsteigend) von unseren Pflanzen weit verschieden ist. Ähnliches gilt auch für den ostalpinen, kieselholden Vikaristen der *F. Halleri*, für die höhere, derbe *F. dura*. Aus den grundlegenden Arbeiten von Hackel, Mon. Fest. 110 (1882) und Saint-Yves, Tent. Clav. anal. Fest., Rev. Bret. Bot. 2 39, 42 (1927) ergibt sich vielmehr, daß die vorliegenden Pflanzen nur als *F. stenantha* (Hack.) Richt. bezeichnet werden können. Dafür spricht allein schon der Umstand, daß diese Art die einzige ist, die durch ihre verhältnismäßig kurzen Antheren förmlich eine Ausnahmestellung in der *laevis*-Gruppe einnimmt. Vgl. Saint-Yves, l.c. 39 (1927): „Antherae paleâ dimidiâ longiores, tantum in var. stenanthâ paululum breviores." Diese Feststellung bedarf aber noch der Ergänzung hinsichtlich Beschreibung, Veränderlichkeit, Verbreitung und Synonymie der Sippe.

F. stenantha wurde von Hackel, Mon. Fest. 84, 110 (1882) als *F. ovina* ssp. *laevis* var. *stenantha* ausführlich beschrieben. Vergleicht man die Originaldiagnose, die hier aus Platzmangel nicht besonders abgedruckt wird, mit der obigen Merkmalsübersicht, so entdeckt man einige auffallende Unstimmigkeiten. Die wesentlichsten kann ich auf Grund der Untersuchung zahlreicher unten aufgezählter Herbarbelege, darunter des nomenklatorischen Typus (aus dem Herbar Hackels), aufklären.

Hackel gibt an (l.c.): „Vaginae ad os usque integrae, ..." „Ligulae glabrae." Beide Angaben müssen auf Beobachtungsfehlern beruhen. An sämtlichen von mir untersuchten Belegen sind nämlich die

Blattscheiden niemals bis zur Mündung geschlossen, sondern immer ein bis zwei Millimeter unter der Mündung offen. Weiters ist das Blatthäutchen mit den beiden Öhrchen am Rande stets feinst bewimpert. Nur dann, wenn an unsachgemäß präparierten Herbarpflanzen die Öhrchen geschrumpft sind und ihre Ränder sich infolgedessen einrollen, scheinen „ligulae glabrae" vorzuliegen.

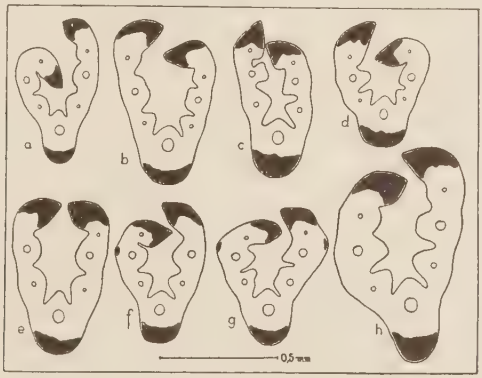


Abb. 1

Blattquerschnitte folgender Belege von *Festuca stenantha*. a) **Typus**! Bei Venzone in Friaul ... (Huter). – b) Kultiviert ... aus Samen ... an Felsen der Straße von Pontebba nach Dogna (Hackel). – c) Züge Schlucht ... (Widder). – d) Alta valle del Piave (Minio). – e) Unterengadin, Scarltal ... (Paul). – f, g) Val Scarl ... (La Nicca und Braun-Blanquet, Fl. Raet. exs. Nr. 922). – h) Felsen beim todten Weibe ... (Halácsy).

In der Darstellung halte ich mich an die übliche, von den Monographen (Hackel, Saint-Yves ...) bevorzugte Form, die auch von Schindler, Schlüssel mikroskop. Best. Wiesengräser, Wien (1925) beibehalten wird. Von der Einzeichnung der Blattbehaarung und der Einzelheiten des Bündelbaues wurde als hier unwesentlich abgesehen. Die von Weis, Syst. Gatt. *Fest.* auf anatom. Grundlage, Prakt. Mikroskopie, **14**, 183ff. (1936) gewählte Form der Wiedergabe von Sklerenchym- und Gefäßbündeleinzelheiten in Übersichtsbildern scheint mir für diese mindestens unnötig zu sein.

Die Veränderlichkeit der *F. stenantha* ist sehr gering. „Formas intermedias inter hanc varietatem et ullam aliam non vidi" sagt schon Hackel, Mon. Fest. 111 (1882). Die Höhe der Pflanzen geht über den von Hackel angegebenen Wert von 15 bis 28 cm mitunter hinaus und erreicht namentlich in Gartenkultur bis 40 cm. Den borstenförmigen Blättern kann vereinzelt ein randnahes Gefäßbündel fehlen (vgl. Abb. 1e, f). Selten treten ein oder zwei randnahe Skleren-

chymzwischenbündel auf (vgl. Abb. 1f, g). Die Blattdicke schwankt um einen Mittelwert von 0,6 bis 0,7 mm, der charakteristische Bau ändert sich aber auch dann nicht, wenn dieser Wert unter- oder überschritten wird (vgl. Abb. 1d mit Abb. 1h). Ganz kahle Blätter konnte ich nie beobachten. Die (in den Zeichnungen Abb. 1 weggelassene) Blattbehaarung erstreckt sich nur auf die Blattoberseite. Die in der Regel kahlen Halme sind in einzelnen Fällen gegen den Blütenstand hin feinst behaart.

Als Verbreitungsgebiet gibt Hackel, Die verwandtsch. Bez. *Fest.*-Arten, Bot. Zbl. *8* 406 (1881) zuerst an: „Südliche Thäler der Ostalpen, Bosnien, Dalmatien." Dazu kommt in seiner späteren ausführlichen Monographie noch ein Fundort in den Nördlichen Kalkalpen. Erst Saint-Yves, Tent. Clav. anal. Fest., Rev. Bret. Bot. *2* 42 (1927) nennt als Verbreitungsgebiet der Sippe auch die Schweiz, indem er es mit „Helvetia. Carniolia. Bosnia" umschreibt. Durch die liebenswürdige Vermittlung von Herrn Dr. W. Lüdi konnte ich den aus dem Herbar Delessert (Genf) stammenden Beleg untersuchen — Wallis, Ufer des Märjelensees; 6.VIII.1894 (P. Chenevard) - den Saint-Yves 1922 in sched. als *F. „stenantha"* bestimmt hatte. Die vorliegenden Pflanzen gehören aber keineswegs dieser Art an, sondern sind hochwüchsige Stücke der von den Schweizer Floren meist in den Formenkreis der *F. alpina* i.w.S. gestellten *F. intercedens*, einer Sippe, die noch näher studiert zu werden verdiente [1]).

Die einwandfreie Entdeckung der *F. stenantha* in der Ostschweiz ist schon viel früher erfolgt. Im Herbar Hackels befinden sich Belege, die 1907 von B. Kruse im Scarltal gesammelt worden waren. Hackel hatte sie anfänglich mit der irrigen Begründung „*A stenantha* differt foliis 5 nervibus" in sched. als *F. ovina* var. *engadinensis* Hack. „etiam v. *stenanthae* valde affinis" bestimmt. Die Nachuntersuchung ergab jedoch siebennervige Blätter! Außerdem hat Hackel selbst andere, ebenfalls aus dem Scarltal im Unterengadin stammende, 1911 von A. R. Paul gesammelte Pflanzen in seinem Herbar bereits als *F. „ovina* L. var. *stenantha* Hack." bezeichnet. Diese Funde scheinen aber bisher nicht veröffentlicht worden zu sein, da die Schweizer Floren sie nicht erwähnen.

[1]) Zu *F. intercedens* (Hack.) gehören z. B. sämtliche von mir bisher gesehenen Pflanzen des Exsikkates: Braun-Blanquet, Fl. Raet. exs. Nr. 108 (sub *F. Halleri* All. ssp. *decipiens* [Clairv.] A. et G.).

Weil die Verbreitung von *F. stenantha* bisher noch nicht genauer dargestellt worden ist, nenne ich im folgenden die von mir untersuchten Belege. Inbegriffen sind auch die Sammlungen des Botaniska Trädgården Göteborg (= G), des Landesmuseums Joanneum Graz (= MG), des Naturhistorischen Museums Wien (= MW), des Institutes für systematische Botanik der Universität Graz (= UG) und des Botanischen Institutes der Universität Wien (= UW). Für die leihweise Überlassung von Belegen bitte ich auch an dieser Stelle allseits danken zu dürfen.

Provinz der Alpenländer[1]).

Rätische Alpen. Felsige Hänge in der Landwasserschlucht, rechte Talseite, unter den Steigmädern zwischen Davos-Monstein und Wiesen, bei 1280 m; 23.VII.1936 (F. J. Widder)[2]). — Felsspalten in der Zügeschlucht unterhalb Davos-Monstein, Triaskalk, 1330 m, im Potentilletum caulescentis; 23.VII.1936 (F. J. Widder). — Schweiz, Schuls im Engadin, im Scarltal; 3.VIII.1907 (B. Kruse, MW). — Unterengadin, Scarltal, in Felsritzen der Kalkfelsen; 25.VII 1911 (A. R. Paul, MW). — Zentralalpen, Val Scarl, Dolomitfelsen vor der Schmelze, 1690 m; 23.VII.1926 (R. La Nica und J. Braun-Blanquet, Fl. Raet. exs. Nr. 922 sub *F. „alpina* Sut.", UG).

Tauern. Lungau, Göriachwinkel, Schutt der rechten Talseite, ca. 1500 m; VIII.1910 (F. Vierhapper, UW). — Lungau, Liegnitzwinkel, Blockhalde, ca. 1400 m; VIII.1913 (F. Vierhapper, UW).

Salzburger Kalkalpen. Steiermark, im Felsschutt unter den Südwänden des Dachstein, 1900 m; 15.VIII.1902 (A. v. Hayek, G). — Oberösterreich, Lainautal bei Gmunden, Felsblöcke am Südfuß des Traunsteins, neu für Oberösterreich; 1.VII.1921 (K. Ronniger, G).

Österreichische Alpen. Steiermark, Totes Weib bei Mürzsteg, Kalk, 855 m; 25.IX.1901 (Freyn et Hackel, G). — Felsen beim todten Weibe im Mürzthale, Obersteiermark; VII. 1871 (E. de Ha-

[1]) Gruppierung nach Engler-Diels, Syll. Pflanzenfam., Anhang, 11. Aufl. (1936), Alpeneinteilung jedoch nach Böhm, Eintheil. Ostalpen. Geogr. Abh. **I/3** (1887).

[2]) Diese unweit vom folgenden Fundort, jedoch auf der gegenüberliegenden Talseite gelegene Stelle wird hier mit angeführt, obwohl sie eigentlich schon zu den Plessuralpen im Sinne von Böhm zu rechnen wäre.

lácsy, MW). — Niederösterreich, Felsen beim Wasserfall oberhalb Puchberg a. Schneeberg, Kalk, 680 m; 15.VII.1899 (E. Preissmann, UG).

Südtiroler Hochland. Tirol, Rochers, rive Est du Pragser Wildsee. 1520 m env.; 23.VIII.1909 (Ch. de Litardière No. 19, MW).

Venetianer Alpen. Alta valle del Piave; 22.VII.1908 (M. Minio, MW). — Presso Cima Sappada, alta valle del Piave, Belluno; 3.VIII. 1907 (M. Minio, MW).

Karnische Alpen. Kärnten, Dobratsch bei Villach; VII. 1925 (F. Pehr, UG). — Kärnten, Gailtal, Karnische Alpen, auf kiesigen Stellen im Sittmoosergraben bei Mauthen, 1050 m; 30.VIII.1926 (F. Vierhapper, UW). — Auf Felsen am Plöckenpaß bei Mauthen, Kalk, 1350 m; 28.VII.1882 (E. Preissmann, MW). — In Felsspalten auf der italienischen Seite des Plöcken-Passes, Kalk, 1300 m; 28.VII. 1882 (E. Preissmann, MW). — Kärnten, Gailtal, Karnische Alpen, in Mähdern um den Gipfel der Zollnerhöhe bei Weidenburg nächst Dellach, 1900 m; 2.IX. 1926 (F. Vierhapper, UW). — Kärnthen, bei Hermagor; — (Prohaska Nr. 4, MW). — Urbani b. Hermagor, 880 m; 12.VII.1901 (K. Prohaska, MG). — Auf Kalkfelsen beim Urbani-Kirchlein bei Möderndorf nächst Hermagor, Kärnten, 880 m; 11.VII.1898 (K. Prohaska, MG).

Julische Alpen. Kultiviert in St. Pölten aus Samen, gesammelt von mir an Felsen der Straße von Pontebba nach Dogna; 1903 (E. Hackel, MW). — Pontebba, steinige Lehnen im Kanaltale, ca. 550 m, Kalk; 20.VII.1905 (P. Conrath, UG). — Felsen am Raibler See, 990 m, Kalk; 26.VII.1887 (E. Preissmann, MW). — Auf Felsen in der Schlitzaschlucht bei Tarvis, Kalk, 700 m; 27.VII. 1890 (E. Preissmann, MG). — Felsige Abhänge am Karlstege bei Tarvis, Kalk, 700 m; 21.VII.1887 (E. Preissmann, MW, MG, UG). — Küstenland, Aufstieg zur Trentaalpe, cca. 1100 m, Kalk; 21.VII.1907 (H. v. Handel-Mazzetti, UW). — Črna prst; 23.VIII.1867 (Glowacki, MG). — Krain, Sannthaler Alpen, auf Felsblöcken am Südabhang des Steiner Sattels, 1700 m; 19.VII.1900 (A. v. Hayek, G, MW). — Sulzbach; 1836 (Unger, MG). — Steiermark, an Felsen im Sannthale zwischen Sulzbach und Leutsch; 2.VI.1904 (A. v. Hayek, G). — Bei Venzone in Friaul, auf Mauern; — (Huter sec. Hackel, MW **Typus!**).

Karst und karniolisch-illyrisches Übergangsgebiet. Felsige Abhänge beim Mitala-Falle gegenüber der Bahnstation Trifail, 220 m, Kalk; 25.VI.1891 (E. Preissmann, MW). — Krain, an Felsen beim Wasserfall nächst der Eisenbahnstation Trifail; 1.VII.1900 (A. v. Hayek, G).

Provinz der westpontischen Gebirgsländer.

Illyrische Unterprovinz. Croatia, Velebit, in saxosis umbrosis montis Bačič Kuk pr. Oštarijam, alt. c. 1200 m; 26.VII.1908 (A. de Degen, Pl. Hung. exs. Nr. 144, MW).

Aus dieser Aufzählung läßt sich ersehen, daß *F. stenantha* im allgemeinen als Kalkfelsenpflanze zu bezeichnen ist, die das Schwergewicht ihrer Höhenverbreitung in der subalpinen Stufe besitzt, über die sie nicht häufig nach oben (bis 1900 m) oder nach unten (bis 220 m) hinausgeht. Einen Überblick über die Fundpunkte

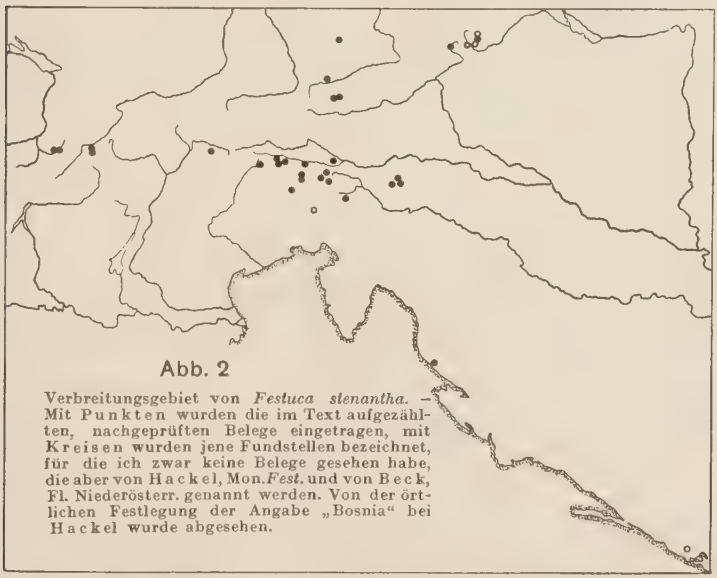


Abb. 2

Verbreitungsgebiet von *Festuca stenantha*. — Mit Punkten wurden die im Text aufgezählten, nachgeprüften Belege eingetragen, mit Kreisen wurden jene Fundstellen bezeichnet, für die ich zwar keine Belege gesehen habe, die aber von Hackel, Mon. *Fest.* und von Beck, Fl. Niederösterr. genannt werden. Von der örtlichen Festlegung der Angabe „Bosnia" bei Hackel wurde abgesehen.

gibt die Karte (Abb. 2), in welcher nur die Hackelsche Angabe „Bosnia (l. Sendtner)" nicht berücksichtigt werden konnte. Wenn auch selbst die jüngsten Literaturangaben durch diese Karte weitaus überholt sind, so läßt sich doch immer noch kein klares Bild des

geographischen Elementes geben, dem diese Sippe zuzurechnen ist. Der Mittelpunkt der Flächenverbreitung liegt gewiß in den südöstlichen Kalkalpen. Die Ausstrahlung auf die Balkanhalbinsel bedarf noch der Ergänzung durch Zwischenfundstellen. Wie manche andere Arten überspringt *F. stenantha* im Osten die Zentralalpen, wo sie nur im Gebiet des Hochgolling nachgewiesen ist (auf kalkhaltiger Unterlage?) und besitzt vereinzelte Fundstellen in den nordöstlichen Kalkalpen. Dort dürften die Lücken bei genauerer Durchforschung vielleicht noch ausgefüllt werden können[1]). Sehr eigentümlich ist der schmale Streifen, mit dem das Areal über Tirol bis in die Rätischen bzw. Plessur Alpen eindringt. Darüber ließe sich auch dann, wenn dort weitere Einzelfunde ermittelt sind, nur im Zusammenhang mit Punktkarten der *F. Halleri*, *F. dura* und der übrigen Angehörigen der *laevis*-Gruppe ein Urteil abgeben.

Der vorläufige Gesamteindruck ist: das Verbreitungsgebiet der beiden hochalpinen, kieselholden, echten Vikaristen, der westlichen *F. Halleri* und der östlichen *F. dura*, wird in tieferen Lagen nicht nur nach außen hin (im Nordosten und Südosten), sondern auch im Inneren durch das Areal der subalpinen Kalkfelsenpflanze *F. stenantha* umfaßt bzw. durchsetzt.

Aus der Synonymie unserer Art möge das Wichtigste den Abschluß bilden.

Festuca ovina ssp. *laevis* var. *stenantha* Hackel, Die verwandtsch. Bezieh. europ. *Fest.*-Arten, Bot. Zbl. *8* 406 (1881) nomen!! – Hackel, Mon. Fest. 84, 110 (1882). – Saint-Yves, Tent. Clav. anal. Fest. vet. Orb., Rev. Bret. Bot. *2* 42 (1927) pro max. pte. (excl. loc. ad *F. intercedentem* pertin.).

Festuca laevis var. „*F.*" *stenantha* Nyman, Consp. Fl. europ. IV 828 (1882) comb. illegit. [2]).

---

[1]) Während des Druckes wird mir folgender, eine Lücke überbrückender Fundort bekannt, der in die Kartenskizze nicht mehr aufgenommen werden konnte. Salzburger Kalkalpen: Tressenstein, östlicher Vorberg des Grimming, am Gipfel, 1100 m; 27.VIII.1937 (Höpflinger, UG).

[2]) Die in Floren, auf Herbarzetteln usw. manchmal zu findende Angabe „*Festuca stenantha* Nyman" oder „(Hackel) Nyman" ist nicht richtig. Nyman hat die Sippe hier, wie aus der oft nicht beachteten Zeichenerklärung am Schluß des Vorwortes, aber auch aus dem Index des Werkes hervorgeht, nicht als gültige Art angeführt, sondern mit dem Vorzeichen für „varietas" versehen und als Varietät binär benannt. Nach den geltenden Nomenklaturregeln (Art. 28) ist dieses Verfahren unzulässig!

Festuca ovina var. *stenantha* Hackel in Halácsy et Braun, Nachtr. Fl. Nieder-Oesterr. 28–29 (1882). — Pacher, Nachtr. Fl. Kärnt. 17 (1894).

Festuca stenantha Richter, Pl. europ. *I* 96 (1890). — Beck, Fl. Niederösterr. 104 (1890). — Halácsy, Fl. Niederösterr. 575 (1896). — Dalla Torre, Alpenfl. 50 (1899). — Prohaska, Fl. unt. Gailth., Jb. naturhist. Landesmus. Kärnten *26* = *47* 274 (1900) ex specim. vis. — Hayek, Beitr. Fl. Steiermark, Österr. bot. Z. *51* 247 (1901) ex specim. vis. — Hayek, Beitr. Fl. Steiermark III, Österr. bot. Z. *53* 204 (1903) ex specim. vis. — Beck, Fl. Bosne I., Glasnik Muz. Bosni Herceg. *15* 37 (1903). — Beck, Fl. Bosn. I., Wiss. Mitt. Bosn. Herzeg. *9* 449 (1904). — Fritsch, Exkursionsfl. Österr. 3. Aufl. 670 (1922). — Baroni, Guida bot. d'Ital., 2. ed., 614 (1932) pro max. pte. (excl. pt. descr.). — Hayek, Prodr. Fl. Penins. Balc. *3*, Rep. Spec. nov., Berlin-Dahlem, Beih. *30/3* 282–283 (1932). — Vierhapper, Veget. Fl. Lungau, Abh. zool. bot. Ges. Wien *XVI/1* 253 (1935) ex specim. vis. — Degen, Fl. velebit. *I* 546–547 (1936).

Festuca ovina ssp. C. „*F.*“ *Halleri* Rasse B.I. **a** *stenantha* Aschersson-Graebner, Syn. mitteleurop. Fl. *II/1* 482 (1900) comb. illegit.!

Festuca Halleri ssp. *stenantha* Hegi, Illustr. Fl. Mitteleuropa *I* 1. Aufl. 335 (1908). — Suessenguth in Hegi, Illustr. Fl. Mitteleuropa *I* 2. Aufl. 437 (1936).

Festuca Halleri var. *stenantha* Schroeter, Pflanzenleben 292 (1908). — Schroeter, Pflanzenleben, 2. Aufl., 386 (1926).

Festuca ovina λ *stenantha* Fiori, Nuova Fl. anal. Ital. *I* 135 (1923).

Festuca alpina — non Suter! — Braun-Blanquet et Rübel, Fl. Graubünden I, Veröff. geobot. Inst. Rübel Zürich *7* 169–170 (1932) pro min. pte. (ex loc. „im Potentilletum caulescentis“ an omn. et loc. „Val Scarl ...“). — Lüdi, Ber. Kurs Alpenbot., Ber. geobot. Forschungsinst. Rübel Zürich *1936* 22 (1937) ex specim. comm. coll.

Festuca ovina var. *engadinensis* Hackel in sched.!

Als fraglich bezeichne ich mangels von Belegen die Angabe der Art vom Isonzo oberhalb Salcano: Pospichal, Fl. österr. Küstenl. *I* 118 (1897). Pospichal macht darauf aufmerksam, daß die Art „vielleicht auf den höheren Kuppen des Ternovaner Waldes aufzufinden“ sein könnte. Es ist ferner anzunehmen, daß eine Durchmusterung der in den Herbarien als *F.* „*alpina*“ und „*Halleri*“ liegenden

Belege noch manche Neufunde unserer Art zutage fördern wird. Auch einzelne Angaben von *F. „ovina"* u. dgl. in Lokalfloren — z. B. Schibler, Fl. Davos 20 (1937) — dürften auf *F. stenantha* zu beziehen sein.

Zusammenfassung.

Festuca stenantha (Hack.) Richt., eine zuweilen verkannte subalpine Kalkfelsenpflanze aus der *laevis*-Gruppe der *Ovinae*, besitzt ein noch die Ostschweiz erreichendes Verbreitungsgebiet, dessen Kern in den Südostalpen liegt. Das Areal der beiden kieselholden Hochalpenpflanzen nächster Verwandtschaft, der *F. Halleri* und der *F. dura*, wird davon zum Teil untergriffen, zum Teil — im Nordosten und Südosten — umschlossen. Ein Arm reicht auf die Balkanhalbinsel. Richtigstellungen der Beschreibung und Hinweise auf die Lücken der bisherigen Angaben sollen einen weiteren Ausbau der Verbreitungskarte anregen.

ÜBER EINIGE KRITISCHE *FESTUCA OVINA*-FORMEN IN DER NORDÖSTLICHEN SCHWEIZ

Von *Ingeborg Dannenberg*, Berlin

Die verschiedenartigen Standortsbedingungen des alpinen Klimas lassen, wie so viele Sippen, auch den Formenkreis der *Festuca ovina L.* besonders reich gegliedert erscheinen. Abgesehen von den eigentlich alpinen Formen in den oberen Höhenstufen, die meist gut abgegrenzt und typisch ausgebildet sind, auf die ich aber in diesem Zusammenhang nicht näher eingehen will, sind auch eine Reihe von Formen aus der *euovina-*, *duriuscula-* und *sulcata*-Gruppe, besonders in Gemeinschaft mit Trockenrasenpflanzen, soweit es örtliche Klimaverhältnisse gestatten, bis in innere Alpentäler vorgedrungen. Solche sollen hier aus der Ostschweiz vorgeführt werden. Sie sind dort gar nicht so selten und unbedeutend. Zwar sind einige inneralpine Längstäler (Wallis) wärmer und trockener als die Täler Graubündens; die Rolle der Festuca ist dort auch bedeutender in den ausgedehnten Festuceta vallesiacae; doch treten einige xerische Formen im Churer Rheintal, Albulagebiet und Oberengadin mit so großer Konstanz in den Brometen hervor, daß ihre nähere Kenntnis auch aus diesem Grunde nicht unwichtig ist.

Gelegentlich meiner Teilnahme an dem zweiten Kursus für Alpenbotanik des Geobotanischen Forschungsinstitutes Rübel konnte ich bei gemeinsamem Besuch des Wallensees, Churer Rheintals und der Umgebung von Davos eine ganze Reihe *Festuca ovina*-Formen einsammeln. Meine Untersuchungen wurden teilweise noch in Davos durchgeführt, später an Hand des Materials aus dem Herbarium des Botanischen Museums in Berlin-Dahlem und des mir von Direktor Dr. W. Lüdi liebenswürdigerweise zur Verfügung gestellten *Festuca*-Materials aus dem Geobotanischen Forschungsinstitut Rübel vervollständigt. Sie ergaben von verschiedensten Standorten drei Formen.

1. Die erste ist eine ausgesprochene Felsenpflanze, und zwar kommt sie anscheinend nur auf Kalkfelsen vor. Ich sammelte die Pflanze in der Zügenschlucht ein, wo sie zwar schon aufgefallen, aber noch nicht näher bestimmt worden war. Ihre äußere Tracht läßt sie *Festuca alpina* Suter ähnlich erscheinen, nur ist sie im ganzen gröber, jedoch wie jene locker im Wuchs, hellgrün und mit bereiften Ährchen. Dies mag der Grund sein, daß sie von anderen Sammlern an anderen Fundorten des Gebietes für „alpina" angenommen wurde: Aus dem Zürcher Institutsmaterial konnte ich noch drei andere Belege (von Arosa, Val Scarl und Umbrailgebiet) nach genauen morphologisch-anatomischen Untersuchungen mit den Exemplaren aus der Zügenschlucht in Einklang bringen, mit denen sie ähnliche Standortsverhältnisse teilen (vgl. Tabelle 1). Bei allen vier Pflanzen (s. Abb. 1 Nr. 1, 2, 3 u. 4) fällt im Blattquerschnitt das besonders betonte Sklerenchym in der Mitte und an den Ecken des Blattes auf, dazu sieben Nerven und mehrere Rippen auf der nach innen gekehrten Blattoberseite — ein der alpinen *Festuca Halleri* All. recht ähnlicher Blatt-Typ, oder besser ein innerhalb der *ssp. laevis* auch für jede Schwestervarietät der var. *Halleri* bezeichnender Blatt-Typ (vgl. Hackel, Mon. Fest. S. 107). *Festuca Halleri* ist an Urgestein gebunden, stellt außerdem eine meist niedrigere, ganz in der alpinen Stufe beheimatete Form dar. Neben diesem ökologischen Unterschied weichen eine Reihe morphologischer Merkmale (Wuchsform, Rispenlänge, Form der Deckspelze, Blattbreite, siehe Tabelle 1) ganz wesentlich von unserer kritischen Form ab. Von den verschiedenen Varietäten der ssp. *laevis* bleibt vor allem var. *stenantha* Hackel übrig, eine in den Südostalpen bis nach Dalmatien verbreitete Sippe, welche recht gut mit den schweizerischen Belegen übereinstimmt. Für den Vergleich stand mir eine von Deschmann in Krain gesammelte Pflanze zur Verfügung (aus dem Dahlemer Herbarium), die Hackel in seine Beschreibung der var. *stenantha* mit einbezogen und ausdrücklich angeführt hat. Ich stelle in der Tabelle 2 meine

---

Einige Niederschlagswerte für das besprochene Gebiet verdanke ich Herrn Dr. W. Lüdi in einer schriftlichen Mitteilung:

Wallenstadt	129 cm	Pontresina	80 cm
Filisur	81 cm	St. Moritz	82 cm
Churwalden	107 cm	Bevers	84 cm

Tabelle 1. Festuca stenantha (Hack.) Richt.

	Fundorte			
	Zugenschlucht Kalk. leg. Dbg.	Arosa. Kalk. 1850 m. leg. Beger.	Val Scarl 1690 m Braun-Blanquet Flora raet. exs.	Umbrailgebiet Kalk. leg. M. Zoja
Höhe der Pflanze	bis 30 cm	25 cm	20 cm	bis 20 cm
Länge der Rispe	3,5—4 cm	3—4 cm	4 cm	3,5 cm
Länge des Ährchens . . .	5-bltg.: 8 mm hellgrün, bereift	4-bltg.: 7 mm hellgrün, bereift	5—6-bltg.: 7,5—8 mm hellgrün, bereift	4-bltg.: 7 mm hellgrün, bereift
Länge der Deckspelze . .	5 mm (0,6 mm breit)	4,5 mm (0,6 mm br.)	4,5 mm (0,5 mm br.)	4,5 mm (0,7 mm br.)
Länge der Hüllspelzen . .	5 : 4 mm	4,5 : 2,5 mm	4,5 : 3,5 mm	5 : 4 mm
Länge der Granne	1—1,5 mm	1,5—2 mm	1,5—2 mm	1,5 mm
Länge der Antheren . . .	$\geq$ 2 mm	$\geq$ 2 mm	$\geq$ 2 mm	2 mm
Blatt-Durchmesser	0,3—0,6 mm	0,4—0,6 mm	0,4—0,6 mm	0,4—0,7 mm
Halmknoten	1—2, gekniet	1—2, gekniet	1—2, gekniet	2, gekniet
Blattquerschnitt	7 Nerven mehrrippig Drei sehr starke, breite Sklerenchym-Ecken	7 Nerven mehrrippig Drei sehr starke, breite Sklerenchym-Ecken	7 Nerven mehrrippig Drei sehr starke, breite Sklerenchym-Ecken	7 Nerven mehrrippig Drei sehr starke, breite Sklerenchym-Ecken

Abb. 1

eigene Ausmessung dieses *stenantha*-Exemplares den Schweizer Pflanzen gegenüber.

Im Gegensatz zu den großen Unterschieden gegen *F. Halleri* (die var. „*dura*" Host ist noch unähnlicher, deshalb hier nicht berücksichtigt worden), die sich auch in der abweichenden Form der Deckspelze zeigen, besteht gute Übereinstimmung mit *F. stenantha*.

Das Exemplar vom Mitalafall in Krain zeigt verschiedene Abweichungen (vgl. Tabelle 2) von den schweizerischen *F. stenantha:* es ist jedoch, wie mir Herr Prof. F. Widder (Graz), dessen Untersuchungen über die Form gleichzeitig abgeschlossen waren, auf Grund seiner Kenntnis des südostalpinen *F. stenantha*-Materials freundlichst mitteilt, wenig typisch, so daß eine Abgliederung der Schweizer Form nicht zu rechtfertigen wäre.

Abb. 1. Übersicht über die Blattquerschnitte

Nr. 1. *Festuca stenantha* (Hack.) (Richt.) Schweiz – Umbrailgebiet. Felsnischen im Kalk; leg. M. Zoja.
Nr. 2. Dito. – Arosa; Schafrücken, S.-Hang auf Kalkfelsen, 1850 m; leg Beger.
Nr. 3. Dito. – Zügenschlucht unterhalb Wiesen, ca. 1200 m; leg. Dannenberg.
Nr. 4. Dito. – Val Scarl; Dolomitfelsen, 1690 m; leg. La Nicca und Braun-Bl.
Nr. 5. *Festuca stenantha* (Hack.) Richt. Südostalpen. – Mitala b. Sagor in Unter-Krain; leg. Deschmann.
Nr. 6 u. 7. *Festuca trachyphylla* (Hack.) Krajina forma *firmulacea.* – Lenzerheide, trockener Abhang am Heidsee. Filisur, Trockenrasen am Abhang unterhalb des Bahnhofs. (Die Querschnitte aus Quinten am Wallensee entsprechen den beiden oberen!) leg. Dannenberg.
Nr. 8 u. 9. Dito. – Filisur und Quinten a. Wallensee; leg. Dannenberg.
Nr. 10 u. 11. *Festuca trachyphylla* (Hack.) Krajina. – Davos, an einer Mauer am Wege zum Bühl; leg. Dannenberg.
Nr. 12, 14, 15. Dito. – Toma bei Ems im Churer Rheintal; leg. Dannenberg.
Nr. 13 u. 16. Dito – Trimmis, zwischen den Stationen Trimmis und Untervaz auf berasten Rheinalluvionen; Braun-Blanquet, Flora rhaet. exs.
Nr. 17. Dito. – Kultiviert aus Samen von Samaden; Schweiz. Gräsersammlung Nr. 84.
Nr. 18, 19 und 20. Dito. – Bei Zernetz-La Serra; leg. Derks.
Nr. 21. Dito. – St. Moritz, Eisplatz Palace-Hotel; leg. Branger.
Nr. 22. Dito. – Ödland am Inn gegenüber Samaden, 1712 m; leg. Rübel und Braun.
Nr. 23 und 24. Samaden, 1715 m, Innschutt; leg. Braun.

Von den vorliegenden Nummern waren bestimmt als *Festuca duriuscula:* Nr. 13 und 16 (Braun-Bl.), 22, 23, 24 (Brockmann-Jerosch).

Als *Festuca sulcata:* Nr. 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24 (Braun-Blanquet).

Tabelle 2

	Festuca stenantha Schweiz.	*Festuca Halleri* All. Val minor. leg. Rübel und Bloesch	*Festuca stenantha* Nym. Mitala b. Sagor. Krain leg. Deschmann
Höhe der Pflanze	20—30 cm	28 cm (oft niedriger!)	bis 30 cm
Länge der Rispe	3,5—4 cm	3 cm	3—5,5 cm
Länge des Ährchens	4-bltg.: 7 mm 5-bltg.: 8 mm grünlich, bereift	5-bltg.: 8 mm violettlich, bereift	5-bltg.: 8 mm 6-bltg.: 8,5 mm hellgelb, nicht bereift
Länge der Deckspelzen	4,5—5 mm, glatt (0,5—0,7 mm breit)	4,5 mm, rauh (0,8 mm breit)	5 mm (0,6 mm breit)
Länge der Hüllspelzen	obere gewöhnlich um ein Drittel kleiner	—	5 : 4 mm (auch 3 : 2,5 mm)
Länge der Granne	1—2 mm	2 mm	3 mm
Länge der Antheren	> 2 mm	2 mm	nicht erkennbar
Blattdurchmesser	(0,3)—0,4—0,7 mm	0,5—0,8 (0,9) mm	0,4—0,7 mm
Halmknoten	1—2, oberhalb der Blattscheide, gekniet	1, gekniet	2, gekniet
Blattquerschnitt	7 Nerven, mehrrippig Drei sehr starke, breite Sklerenchym-Ecken	5 (7) Nerven, mehrrippig Drei sehr starke, breite Sklerenchym-Ecken	7 Nerven, mehrrippig Drei etwas feinere Sklerenchym-Ecken

Die Beschreibung der *F. stenantha* bei Ascherson-Graebner (Synopsis S. 482) lehnt sich offenbar eng an das oben erwähnte Exemplar vom Mitalafall an, ist daher nicht vollständig.

In der Schweiz möge man auf diese Pflanze besonders achten und die Funde stets nachprüfen, da sie nicht nur eine gewisse habituelle Ähnlichkeit, sondern auch den Standort mit *Festuca alpina* teilen kann, wie an gemischtem Material aus dem Umbrailgebiet ersichtlich war.

2. Für die Trockenrasen der unteren Höhenstufen im Albulagebiet gibt die Flora von Graubünden (S. 166) vorwiegend *Festuca duriuscula* (L.) Koch var. *gracilior* Hack. (daneben auch die var. *genuina* Godr., die aber von vornherein nicht in den Zusammenhang der zu besprechenden Form paßt) an. Aus der „*euovina*"-Gruppe wird ssp. *vulgaris* Koch var. *firmula* Hack. nur für einen Fundort (im Oberhalbstein) genannt. Ich habe letztere und auch *gracilior* — vielleicht zufälligerweise — nicht im Gebiet gesehen, hingegen immer eine in mancher Hinsicht ähnliche, aber andere Form gefunden, z. B. bei Quinten am Wallensee, bei Lenzerheide und in der Umgebung von Filisur. Die betreffende Form zeigt ein merkwürdiges Verhalten im Blattquerschnitt, das ihr eine Zwischenstellung zwischen der „*euovina*"- und der „*duriuscula*"-Gruppe zuweist: Neben typischem „*euovina*"-Querschnitt (vgl. Abb. 1, Nr. 6 u. 8) lassen sich für ähnlich stark ausgebildete Blätter (es sind ausgewachsene, gut entwickelte Blätter untersucht worden!) Übergänge zur Mehrrippigkeit (vgl. Abb. 1, Nr. 9) und ferner diese im vollendeten „*duriuscula*"-Typ (Abb. 1, Nr. 7) erkennen: Dabei hat auch das Sklerenchym in seiner Verteilung eine eigenartige Unregelmäßigkeit, wie sie allerdings bei F. *trachyphylla* (Hack.) Krajina, einer zwischen der „*sulcata*"- und „*duriuscula*"-Gruppe stehenden Form, üblich ist (vgl. Dannenberg 1937).

Die weiteren morphologischen Untersuchungen bestätigen gleich nahe Beziehungen zu *Festuca firmula* und *F. trachyphylla*.

In der Tabelle 3 stelle ich zwei Formen von Lenzerheide und Filisur in Vergleich mit *F. gracilior*, *firmula* und *trachyphylla*. Dabei spielen Pflanzenhöhe, Rispenlänge, Deckspelzenlänge, Granne eine unwesentliche Rolle. Wichtig dagegen sind Blattquerschnitt, Scheidenbehaarung, Form der Ligula (diese allerdings nicht immer gut erkenntlich) und die Ährchengröße.

Tabelle 3

	Festuca euovina var. *firmula*. Hack. (Diagnosen. Hackel u. Krajina)	*Festuca duriuscula* var. *trachyphylla* Kr. (Diagnose n. Hackel u. Krajina)	Lenzerheide leg. Dbg.	Filisur leg. Dbg.	*Festuca duriuscula* var. *gracilior* Hack. (Diagn. n. Hackel)
Höhe der Pflanze .	20—40—70 cm	35—45 cm	20 cm	bis 40 cm	15—30 cm
Länge der Rispe .	—	4—10 cm	bis 6 cm	bis 6 cm	3—5—7 cm
Länge des Ährchens	6—7,5 mm	6—7—9 mm	—	8 mm	6—7 mm
Länge der Deckspelze . . .	4—5 mm, rauh, an den Rändern bewimpert, selten glatt	4—4,5 mm bewimpert	4 mm bewimpert	4,5 mm bewimpert	4—4,5 mm glatt oder am Rande bewimpert
Länge der Granne .	vorhanden	vorhanden	1,5 mm	1,5 mm	vorhanden
Blattscheide . . .	glatt	oft behaart	behaart	behaart	kahl, glatt
Blattdurchmesser	0,5—0,6 mm rauh	0,7—0,8 mm rauh	0,5—0,6(0,7) mm rauh	0,5—0,8 mm rauh	0,6—0,7 mm glatt
Ligula	glatt	bewimpert	glatt	glatt	glatt
Blattquerschnitt . .	einrippig Slerenchym in Ring ausgebildet	mehrrippig Sklerenchym ungleich ausgebildet	ein- u. mehrrippig. Sklerenchym ungleich ausgebildet	ein- u. mehrrippig Sklerenchym ungleich ausgebildet	mehrrippig Sklerenchym in Ring ausgebildet

F. gracilior hat weder ganz rauhe Blätter noch einen ähnlichen Blatt-Querschnitt, sie scheidet daher aus. Hingegen lassen sich alle Eigenschaften der zwei (bzw. drei) kritischen Pflanzen in Beziehung zu *F. trachyphylla* oder *F. firmula* bringen. Bei beiden ist die Blattscheide *trachyphylla*-ähnlich behaart, während die Ligula (abweichend) glatt ist. Der Durchmesser des Blattes schwankt in ziemlich weitem Bereich zwischen der auf *F. firmula* passenden unteren Grenze (0,5 mm) und der obersten, *trachyphylla* entsprechenden (0,8 mm).

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß diese, offenbar im Albulagebiet nicht seltene und auch am Wallensee vorkommende Form mit der var. *gracilior* Hack. nichts zu tun hat, dagegen eine gewisse Zwischenstellung einnimmt zwischen *Festuca firmula* aus der „*euovina*"-Gruppe und *Festuca trachyphylla*, welche der „*sulcata*"-Gruppe nahesteht. Auf das Vorkommen solcher Zwischenformen weist schon Hackel (Mon. Fest. S. 91) im Anschluß an die Besprechung von *F. trachyphylla* in einer kleinen Notiz hin. Ich möchte diese Form, die örtlich anscheinend häufig sein kann, durch einen eigenen Namen: *Festuca trachyphylla* (Hack.) Krajina forma *firmulacea* näher bezeichnen[1])

3. Echte *Festuca trachyphylla* wird aus dem Gebiet nur für einen Fundort angegeben (vgl. Flora von Graubünden S. 166), von Ponte im Engadin; doch ist sie, wie ich jetzt feststellen konnte, viel häufiger und spielt eine viel größere Rolle in den Trockenrasen des Churer Rheintals und des Oberengadins. Ich sammelte sie z. B. von den Bergsturzhügeln bei Ems und bei Davos. Die entsprechenden floristischen Angaben aus dem Churer Rheintal und dem Engadin deuten alle auf *F. sulcata* Hack. (vgl. Flora v. Graubünden S. 168). Das reichhaltige Material des Zürcher Institutes aus dem Engadin (leg. Rübel und Braun, Zoja, Branger, Derks) ergab ein übereinstimmendes Ergebnis, das zugleich für meine Exemplare zutrifft. Es war ein einheitliches Material, aber keine echte *F. sulcata* dabei. Ebenso wenig kann man aber diese der „*sulcata*"-Gruppe nahestehende

---

[1]) Medium tenet inter *F. trachyphyllam* (Hack.) Kr. et *F. euovinam* ssp. *vulgarem* Koch var. *firmulam* Hack. Vagina foliorum pilosa (ut saepe in *F. trach.*), diameter laminarum inconstans, inter 0,5 mm (ut in *F. firmula*) et 0,8 mm (ut in *F. trach.*), spiculae 8 mm longae (ut in *F. trach.*), lamine unicostata (ut in *F. firmula*) vel pluricostata (ut in *F. trach.*), sclerenchyma clausum vel vario modo interruptum (ut in *F. trach.*).

Tabelle 4

	Fundorte				
	Toma bei Ems im Nerobrometum leg. Dbg. 1937	Davos, Mauer am Weg zum Bühl leg. Dbg. 1937	*Festuca sulcata* Hack. (n. Diagn. von Hackel u. Krajina	*Festuca trachyphylla* Kr. (n. Diagn. von Hackel u. Krajina	Trimmis Br.-Blanquet: Flora raetica exs.
Höhe der Pflanze .	bis 30 cm	45 cm	20—30—60 cm	35—45 cm Halm oben rauh	bis 50 cm
Länge der Rispe .	bis 7 cm aufrecht	4—7 cm aufrecht	5—9,5 cm ± aufrecht	bis 10 cm ± aufrecht	4—6 cm ± aufrecht
Länge des Ährchens	3-blütg.: 5,5—6 mm	6-blütg.: 8,5 mm	5-blütg.: 7,8–8,5 mm 4-blütg.: 6,4–7,5 mm 3-blütg.: 5,5–6,4 mm	6—9 mm	5-blütg.: 8,5 mm 4-blütg.: 8 mm
Länge der Deckspelze . . .	5 mm (0,8 mm breit) behaart	5 mm (0,9 mm breit) etwas behaart	(3,8)–4,3–4,8 mm eiförmig, (1,7—1,8 mm br.)	4—5 mm lanzettlich	6 mm behaart
Länge der Granne .	2—2,5 mm	2 mm	0,9—3 mm	½ D.sp.-Länge	3 mm
Blattscheide	teilweise behaart	glatt	—	oft behaart	behaart
Blattdurchmesser	0,5—0,8 mm rauh, bereift	0,5—0,9 mm rauh	0,5—0,6—0,8 mm rauh, nicht bereift	rauh, ± bereift	0,7—1 mm meist rauh
Ligula	bewimpert	–	—	—	—
Blattlänge	—	18 cm	—	—	20 cm
Blattquerschnitt . .	5—7 Nerven mehrrippig Sklerenchym unregelmäßig verteilt	7 Nerven mehrrippig Sklerenchym unregelmäßig verteilt	5 Nerven, mehrrippig, Sklerenchym auf 3 starkentwickelte Ecken beschränkt	5—7 Nerven mehrrippig Sklerenchym unregelmäßig verteilt	7 Nerven, mehrrippig, Sklerenchym von den 3 Ecken herabgezogen, stärker oder schwach entwickelt

	Fundorte				
	Zernetz-La Serra leg. Derks	Zernez sonnige Hänge leg. Zoja	St. Moritz Eisplatz Palace leg. Branger	Bernina Alp bei Pontresina leg. Braun-Bl.	Samaden 2 Exemplare leg. Rübel u. Braun
Höhe der Pflanze .	30—35 cm	35 cm	30 cm	25 cm	> 30 cm, 25 cm
Länge der Rispe .	6—10 cm aufrecht	7—9 cm aufrecht	4—5 cm aufrecht	5 cm	4—6 cm, 5 cm aufrecht
Länge des Ährchens	3-bltg.: 6 mm	4-bltg.: 7 mm	5-bltg.: 8 mm	5-bltg.: 8 mm	5-bltg.: 8 mm
Länge der Deckspelze . . .	4—5 mm (1,2 mm breit) behaart	5 mm (0,9 mm breit) behaart	4 mm (0,9 mm breit) behaart	5 mm (0,9 mm) behaart	4–4,5 mm (0,7–0,8 mm br.) | 4 mm (1,1 mm breit) behaart
Länge der Granne .	3 mm	2,5 mm	2 mm	2 mm	2 mm
Blattscheide	glatt	glatt	glatt, violettlich	glatt, violettlich	glatt, violettlich
Blattdurchmesser	0,6—0,8 mm rauh	0,5—0,8 mm rauh	0,7—0,9 mm rauh	0,7—0,8 mm rauh	0,4–0,7, 0,5–0,9 mm rauh
Ligula	—	—	—	—	—
Blattlänge	bis 22 cm	15 cm	12 cm	12 cm	12 cm
Blattquerschnitt . .	5—7 Nerven mehrrippig Sklerenchym unregelmäßig verteilt	7 Nerven mehrrippig Sklerenchym unregelmäßig verteilt	7 Nerven mehrrippig Sklerenchym von den 3 Ecken etwas herabgezogen	5—7 Nerven mehrrippig Sklerenchym von den 3 Ecken etwas herabgezogen	5 Nerv., 5–7 Nerv. mehrrippig Sklerenchym von den 3 Ecken etwas herabgezogen

F. trachyphylla, um die es sich hier stets handelt, mit irgendeiner *duriuscula*-Form verwechseln. Brockmann-Jerosch will sie diesen zuweisen (vgl. Bezugnahme in der Flora von Graubünden, S. 168) auf Grund der unregelmäßigen Sklerenchymverteilung, die er bei alpiner, echter „*duriuscula*" beobachtet hatte. Er übersieht jedoch, daß die kritische Form rauhe und oft gefurchte Blätter mit oftmals nur fünf Nerven besitzt und in ihren generativen Teilen überhaupt „*sulcata*" ähnlicher ist.

Die Blattquerschnitte (vgl. Abb. 1, Nr. 11–24) zeigen die völlige Unregelmäßigkeit in der Ausbildung des Sklerenchyms und der Zahl der Nerven bei Exemplaren desselben Fundorts. Die Übereinstimmung dieser Querschnitte mit denen aus Norddeutschland ist groß (vgl. Dannenberg 1937) auch in den Größenverhältnissen (Ährchen, 5bltg. = 8 mm, Deckspelze 5 mm).

Die Tabelle 4 zeigt, daß die Blütenregion der *F. sulcata* recht ähnlich, aber gleichsinnig der Blattspreite vergröbert ist. Die Breite des Blattes kann bei F. *trachyphylla* recht verschieden sein. Einige der Engadiner Formen, besonders das in der Abbildung 1 unter Nr. 24 gezeichnete und in der Tabelle 4 aufgeführte Exemplar aus Samaden, erwecken mit ihren teilweise sehr feinen Blättern (einige ab 0,4 mm Durchmesser) und der etwas kleineren Deckspelze den Verdacht auf die von *Festuca vallesiaca* Schleich. abgeleitete Form ssp. *Duvalii* Saint-Yves. Da ich aber selbst keiner derartigen Form im nördlichen Graubünden begegnet bin, möchte ich diese Frage vorläufig offen lassen.

Die anderen lassen sich aber ganz mit *Festuca trachyphylla* in Einklang bringen. Für die neuerdings nachbestimmten Formen, namentlich von Ems, Tamins, Pontresina, Samaden, Zernetz, St. Moritz, welche in der Flora von Graubünden (S. 168) unter *F. sulcata* Hack. angegeben werden, ist *F. trachyphylla* (Hack.) Krajina zu setzen. Ich halte es für durchaus fraglich, ob die echte, in Südost-Europa in ihren anatomischen Merkmalen recht konstant bleibende Form (vgl. Krajina) überhaupt in der nördlichen Schweiz vorkommt. *Festuca trachyphylla* ist dagegen zu Unrecht im Gebiet so wenig gewürdigt worden: Bei Schinz und Keller (Flora der Schweiz) stehen keine näheren Angaben; in der Flora von Graubünden findet sich nur eine Angabe aus dem Oberengadin, nur in W. Schiblers Flora von Davos wird *F. trachyphylla* für Davos angegeben, was ich durch

meinen Fund bestätigen konnte. Besonders in den Trockenrasen der unteren Höhenstufen Graubündens dürfte sie eine weit verbreitete Form darstellen.

Zusammenfassung.

Unter den kritischen *Festuca ovina*-Formen sind in vorliegender Arbeit drei, von ihren Standorten selbst eingesammelte Exemplare, besprochen worden:

1. Die auf besonnten Kalkfelsen bis in die subalpine Stufe vorkommende *F. stenantha* (Hack.) Richt., für die sich aus der östlichen Schweiz vier Fundorte ergeben haben, in ihrer morphologischen Eigenart verglichen mit *F. alpina* Sut. und *F. Halleri* All.

2. *Festuca trachyphylla* (Hack.) Krajina forma *firmulacea*, eine vom Wallensee- und Albulagebiet in den Trockenrasen der untersten Höhenstufe verbreitete Form, deren systematische Zwischenstellung zwischen *F. euovina* ssp. *vulgaris* Koch var. *firmula* Hack und *F. trachyphylla* (Hack) Krajina durch Gegenüberstellung mit diesen beiden Sippen erläutert wird.

3. *Festuca trachyphylla* (Hack.) Krajina, die in den Trockenrasen des Churer Rheintals und im Engadin häufig ist, bisher jedoch mit *F. sulcata* Hack. verwechselt wurde, aber eine typische anatomische Ausbildung in Übereinstimmung mit norddeutschen „*trachyphylla*"-Formen zeigt.

* * *

Zum Schluß danke ich Herrn Prof. Dr. Fr. Markgraf am Botanischen Museum in Berlin-Dahlem besonders für viele wertvolle Ratschläge bei der Zusammenstellung der Arbeit und meinem Vater für Hilfe bei Ausführung der Zeichnungen.

Schriftenverzeichnis:

Braun-Blanquet, J., und Rübel, E.: Flora von Graubünden. Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich **7** 1932–35 (1695 S.).

Braun-Blanquet, J.: Über die Trockenrasengesellschaften des Festucion vallesiacae in den Ostalpen. Ber. d. Schweiz. Bot. Ges. **46** 1936 (169–189).

Dannenberg, J.: Festuca psammophila Krajina, ihr verwandtschaftlicher Zusammenhang und ihre Stellung in der Flora und Vegetation der Mark Brandenburg. Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg **77**, 1937 (90–120).

Hackel, E.: Monographia Festucarum europaeum. Kassel u. Berlin (1882).

Krajina, V.: Adnotationes ad species generis Festuca in Flora Cechoslovenska exsiccata. Acta Bot. Boh. **9**, 1930 (184–220).

Saint-Yves, A.: Festucarum varietates novae (Subgen. Eu-Festuca). Bull. Soc. Bot. de France **71**, 1924 (28–43).

Schibler, W.: Flora von Davos. Beilage z. Jahresber. Naturf. Ges. Graubünden **1935/36**, 1937 (216 S.).

Schinz, H., und Keller, R.: Flora der Schweiz, 1. Teil, 4. Aufl. 1923 (792 S.), 2. Teil, 3. Aufl. 1914 (582 S.), Zürich.

BODEN- UND VEGETATIONS-ENTWICKLUNG IM VORFELDE DES RHONEGLETSCHERS

Vorläufiger Bericht

Von *Helmut Friedel*, Lunz.

Pflanzensukzessionen, also Änderungen der Vegetation in der Zeit, gehen meist so langsam vor sich, daß sie empirisch nur zum kleinsten Teil verfolgbar sind. Die Methode der Dauerquadrate kann diese Vorgänge immer nur eine kurze Strecke weit verfolgen. Meist wird daher aus einem Nebeneinander auf ein Nacheinander theoretisch geschlossen. Abgesehen davon, daß die Naturwissenschaften, wenn irgend möglich, empirisch vorgehen, gibt dieser Weg die Entwicklung nur qualitativ, nicht aber quantitativ als Funktion der Zeit. Weiter kommt man, wenn die Möglichkeit besteht, Flächen verschiedenen bekannten Alters, aber gleicher oder ähnlicher ursprünglicher Beschaffenheit zu vergleichen. Besonders günstige Gelegenheit bieten hiezu die Gletschervorfelder. In ihnen kann man das Alter der einzelnen oft durch Endmoränenwälle getrennten Zonen, die die Gletscherstirne umschließen, teils unmittelbar aus der messend verfolgten Schwankungsgeschichte des Gletschers entnehmen, teils aus geschichtlichen Quellen oder aus Analogien zu anderen Gletschern mehr oder minder sicher erschließen.

Das Geobotanische Institut Rübel hat mir in großzügiger Weise die Mittel gewährt, um Boden- und Vegetationsverhältnisse auf den Moränenböden der Schweizer Gletscher studieren zu können. Hiefür möchte ich auch an dieser Stelle meinen herzlichen Dank abstatten. Im Laufe des Monats August 1937 sollte ich mir einen Überblick über die Verhältnisse an Schweizer Gletschern verschaffen, um dann im Sommer 1938 teils einige besonders geeignete intensiver zu bearbeiten, teils auch meine Gletscherbesuche noch zu erweitern. Wenn auch widriges Wetter die Ausführung meiner Pläne einschränkte, so konnte ich doch 15 Gletscher besuchen (Scaletta-, Morteratsch-,

Palü-, Cambrena-, Rosegg-, Tschierva-, Albigna-, Rhone-, Gorner-, Furgg-, Findelen-, Neuvaz-, Saleinaz-, oberer und unterer Grindelwald-Gletscher).

In dem folgenden vorläufigen Bericht über meine bisherigen Ergebnisse sollen die Gesetzmäßigkeiten der Vegetationsentwicklung in Gletschervorfeldern am Beispiele des Rhonegletschers in groben Zügen gezeigt werden. Alle Einzelheiten, vor allem die zahlreichen vollständigen Vegetationsanalysen sollen der abschließenden Veröffentlichung vorbehalten bleiben, ebenso die Zusammenstellung der mitverwendeten Literatur. Gletscherkundlich grundlegend für meine Arbeit ist das Rhonegletscherwerk der Schweizerischen Gletscherkommission, zusammengestellt von P. Mercanton, und H. Kinzels Studien an Westalpengletschern, für die Vegetationsstudien W. Lüdis Arbeiten über Sukzessionen. Die coenologischen Begriffe sind z. T. solche von A. U. Däniker und E. Schmid.

Der gletscherkundlich am besten erforschte Gletscher der Schweiz ist ohne Zweifel der Rhonegletscher. Sein Vorfeld ist durch besonders reiche Stirnmoränenbildungen ausgezeichnet. Leider ist der äußere Teil des Vorfeldes infolge der Nähe des großen Hotels sehr stark durch Schotterabgrabung, Bachregulierung, Verbauung und Beweidung verändert und beeinflußt. Das Moränenmaterial besteht wie der anstehende Fels, in den der Rhonegletscher eingebettet ist, durchwegs aus kalkfreiem Silikatgestein, zur Hauptsache aus Gneis und kalkfreiem Schiefer. Das Vorfeld hat eine Breite von etwa 800 m, eine Länge von fast 2 km, der etwas gekrümmten Talachse entlang gemessen. Der schwachgeneigte Teil, der Gletscherboden, ist etwa 400 m breit und reicht von ungefähr 1765 m bis 1810 m ü.M. hinauf, wo die Gletscherzunge eben noch über den Steilabfall des Trogschlusses den Talboden teils als fließendes Eis, teils als Eisblockhalde erreicht. Das Vorfeld erstreckt sich vom Gletscher in WSW-Richtung talauswärts und hat also eine ausgesprochene Schattseite am linken Ufer und eine Sonnseite am rechten Ufer. An den Talhängen seitlich des Vorfeldes wächst kein Wald mehr mit Kronenschluß; nur einzelne lockere Lärchenbestände sind zu sehen. Die Waldgrenze ist hier wohl örtlich durch Kultureinflüsse und durch lokalklimatische Umstände herabgedrückt. Starke winterliche Temperaturinversion, kalter Nordföhn im vorderen Teil [1]) des Beckens von Gletsch und der

[1]) Nach mündlichen Mitteilungen von Prof. Mercanton.

Gletscherwind im hinteren Teil des Vorfeldes wirken zusammen, ein verstärktes „Talphänomen" zu erzeugen. Die von mir noch nicht genügend studierten Verhältnisse an den höher gelegenen Seitenmoränen sollen hier außer Betracht bleiben. Ich beschränke mich auf das eigentliche Vorfeld außerhalb des Gletscherendes und zwar auf dessen flachen Talboden. Die Seitenhänge innerhalb des Vorstoßbereiches zeigen infolge von Rutschungen und Solifluktion die geomorphologische, geobotanische und pedologische Alterszonierung in Vegetation und Boden nur sehr undeutlich und bedürften einer sehr eingehenden botanischen und bodenkundlichen Bearbeitung, um hier Gletscherstandslinien verfolgen zu können. Um so schöner ist die Alterszonation auf dem Gletscherboden zu verfolgen.

Wandert man vom Gletscherende ausgehend durch den Gletscherboden am rechten Rhoneufer, also sonnseitig, talauswärts, so ist zunächst ein Streifen von etwa 10 Meter Breite zu durchmessen, der noch vollständig vegetationslos ist. Das Moränenmaterial, in dem alle Korngrößen von Blöcken bis zu feinstem Gesteinsdetritus bunt durcheinander gewürfelt sind, liegt so locker, daß man es mit den Füßen zusammenstampfen kann. Gräbt man ein kleines Loch ein, so kann man beobachten, wie das Material in oft große Hohlräume hineinrutscht. Als Erstling siedelt sich hier *Epilobium Fleischeri* an, ganz allmählich gesellen sich bis etwa zehn mehr oder weniger konstante Arten zusammen.

Eine typische Aufnahme (100 m²) sei hier wiedergegeben:

Epilobium Fleischeri	++	*Arabis alpina*	+
Rumex scutatus	++	*Tussilago farfara*	+
Oxyria digyna	++	*Silene inflata*	+
Saxifraga aizoides	+	*Sagina Linnaei*	+
Saxifraga bryoides	+	*Rhacomitrium canescens*	++
Poa laxa	+	*Pohlia sp.*	++
Poa compressa	+		

(++ bedeutet mehr als 10 Individuen auf 100 m², + weniger.)

Nur langsam konsolidiert sich der Boden. Die Vegetation überzieht ziemlich gleichmäßig Schutthöcker und -mulden, ihre Gesamtdeckung übersteigt nur an wenigen Stellen 1 %. Diese Verhältnisse können wir bis etwa 200 Meter vom Gletscher verfolgen, wo eine kleine Stirnmoräne, ungefähr vom Jahre 1920 stammend (also subaerisches Bodenalter bis anderthalb Dezennien) die Zone abschließt.

An dieser Grenze ändert sich die Vegetation. Sie enthält zwar noch alle Konstanten der vorgenannten Zone, es sind aber noch etwa 15 konstante Arten dazugekommen. Dominant bleibt noch immer *Epilobium Fleischeri* in der Feldschichte, in der Bodenschichte herrscht nun neben Pohlien *Rhacomitrium canescens*. Wir haben es mit einer ziemlich vollständigen Artengarnitur einer Pflanzengesellschaft zu tun, die man am besten als homogene Mischung zwischen Epilobietum Fleischeri und Oxyrietum digynae bezeichnen könnte. Zwischen Schuttrücken und -mulden ergeben sich noch keine wesentlichen Unterschiede, nur rein quantitativ sind auf den Rücken die xerophileren Elemente etwas häufiger, in den Mulden die mesophileren. Die Gesamtdeckung übersteigt nur an wenigen Stellen 5%. Der Boden hat sich erst teilweise gefestigt. Das Porenvolumen ist immer noch sehr groß und sicherlich finden noch starke Schuttbewegungen statt. Häufig findet man in dem Mulden größere Sandansammlungen. In kleinen Inseln finden sich auch schon Andeutungen jener Vegetation, die in der nächsten Zone herrschend wird. Etwa 500 Meter vom Gletscherende entfernt, folgt wieder eine mehr oder minder scharfe vegetations- und bodenkundliche Grenze. Sie ist äußerlich durch Blockreihen und schwache Wallbildungen angedeutet, entspricht einem Gletscherstande um 1890 und liegt gerade dem Schwemmkegel des Muttbaches gegenüber, der, von Osten kommend, auf der anderen Uferseite in die Rhone mündet. Die ganze Zone vom Gletscher bis hierher kann man nach der auffallendsten Bodeneigenschaft Lockerschuttzone oder nach dem auffallendsten Bodenbildungsprozeß Schuttsetzungszone nennen.

An dem erwähnten Gletscherstand von 1890 beginnt mit dem über 4½ Dezennien alten Boden der Schutt, der sich schon fest zusammengesetzt hat, der Ruhschutt. Bei Grabungen finden wir, daß größere Hohlräume nur noch zwischen Blöcken zu entdecken sind. Der für Gletschervorfelder gegenwärtig so charakteristische Ruhschutt-Rohboden beherrscht nun weithin das Bild, von kleinen Rutschflächen an einigen steileren Stellen sei abgesehen. Ebenso bleiben hier die periodisch mit Gletscherwasser überrieselten Sander, die eigentlichen Schwemmfluren der Rhone und die dauernd nassen Böden außer Betracht. Die Vegetation der Ruhschuttböden unterscheidet sich sehr stark von jener auf den Lockerschuttböden der Schuttsetzungszone: Gleicht letztere mehr der Vegetation auf Fließ-

schutthalden, so hat erstere ihre nächste Verwandte auf den nicht mehr regelmäßig überschwemmten und überschütteten Böden der Alluvionen gleicher Höhenstufe. War auf dem Lockerschutt die Gesamtdeckung sehr gering (unter 5%), so finden wir auf dem Ruhschutt alle Deckungsgrade bis zum vollständigen Vegetationsschluß. War auf ersterem die Zunahme der Artenzahl dem Bodenalter ziemlich gleichlaufend, d. h. entsprach eine mehr oder weniger regelmäßige Zonation der Artenzunahme einer Bodenalterszonierung, so finden wir im Ruhschutt andere Verhältnisse. In seinem Bereiche nimmt die Artenzahl nicht mehr so gleichmäßig mit dem Bodenalter zu. Die Zunahme kommt nur noch bei einer Statistik über breitere Alterszonen zum Ausdruck. Die Vegetation macht überhaupt sehr den Eindruck des Zufälligen. Die einzelnen Alterszonen sind nicht mehr durch bestimmte Vegetationsstadien, sondern durch Komplexe von solchen charakterisiert, wobei die reiferen Komponenten dieser Komplexe allmählich an Areal auf Kosten der jüngeren gewinnen. Gegenüber der Lockerschuttzone sind weitere wichtige Vegetationsunterschiede zu verzeichnen. Mehrere Arten sind verschwunden: die Pohlien, *Epilobium Fleischeri*, *Rumex scutatus*, *Oxyria digyna*, *Saxifraga aizoides*, *Poa laxa*; das sind gerade die ersten Besiedler der Schuttsetzungszone. Sie sind also im Vorfeld (abgesehen von den unberuhigten Schwemmfluren und Talhängen) dem jüngsten Moränenschutt treu. Die anderen Arten bleiben durch das ganze Vorfeld hindurch ziemlich konstant. Pflanzen, die erst auf viel älterem Boden eine wichtigere Rolle spielen, treten jetzt schon sporadisch auf: *Rhododendron ferrugineum*, *Calluna*, *Alnus viridis* u. a. Dieser Ruhschuttboden reicht bis zu den vordersten Moränen des 19. Jahrhunderts hinaus. Im Lockerschutt war ein und derselbe Vegetationstyp ziemlich gleichmäßig über Höcker und Mulden ausgebreitet; im Ruhschutt zeigen sich bereits deutliche Unterschiede der Vegetation zwischen ausgesetzten Höckern und geschützten Mulden. Auf diesen zwei Standorten laufen zwei getrennte Sukzessionsserien ab. Man könnte sie nach zwei Pflanzen, die durch je eine ganze Serie hindurch konstant bleiben, die *Polytrichem-juniperinum*-Serie in Mulden und die *Polytrichem-piliferum*-Serie auf Schuttrücken, nennen. Die Glieder beider Serien sind jedoch in den jüngeren Stadien durch eben so weit verbreitete, stetige Übergänge verbunden.

Die breite Ruhschuttzone läßt sich nach den auffallendsten Ände-

rungen im Boden weiter untergliedern: Zwischen der Moräne von 1890 in etwa 500 Meter Entfernung vom Gletscher und dem nicht durch einen Moränenwall sondern teilweise durch einen breiten Schuttrücken bezeichneten Gletscherstand um 1865 (ca. 1500 Meter vom Gletscher entfernt, Bodenhöchstalter 7 Dezennien) fällt auf, daß sich allmählich ein gewisser Unterschied im Rohboden der erhöhten Schuttflächen gegenüber den Schuttmulden herausbildet. Die Bodenoberfläche wird auf den einen immer ärmer an Feinkorn, in den anderen immer reicher. Rohton, Schluff und Sand werden an den erhöhten Stellen von Regen- und Schneewasser allmählich abgewaschen und von trockenen Winden ausgeblasen und sammeln sich in den Mulden an. Im Weiterschreiten kommen wir oft zu erhöhten Stellen, die von Steinen dicht belegt sind, während sie in den Mulden einzeln im sandigen Boden stecken. Ich nenne diese Zone die Kornscheidungszone. Die Vegetation ist in der Feldschichte nicht nasser Mulden und Höcker meist von *Agrostis rupestris* beherrscht, während in der Bodenschichte auf Höckern *Polytrichum piliferum*, in Mulden *Polytrichum juniperinum* dominiert. Wo durch oben genannte Vorgänge lockere und reine Ansammlungen von Kies oder Grus zustande kommen, findet man oft je nach den Einzelumständen fast reine Bestände von *Polytrichum piliferum*, *Stereocaulon alpinum* oder *Rhacomitrium canescens*. Im äußeren Teile dieser Zone (etwa vom Gletscherstande von 1875 an) kommt *Trifolium pallescens* immer mehr zur Vorherrschaft. Die Gesamtdeckung schwankt in den Mulden meist zwischen 10 und 40%, auf den Höckern zwischen 10 und 20%. An dauernd nassen Stellen kommt es in dieser Zone mehrfach schon zum Vegetationsschluß und zu beträchtlichen Humusauflagerungen.

Eine weitere Bodenzone reicht vom Gletscherstand von 1865 über den großen Doppelwall des 1856-Vorstoßes (ca. 1700 Meter vom Gletscher) hinweg bis zu jenem von 1818, welcher in etwa 1850 Meter Abstand vom Gletscher die Grenze der Ruhschuttböden bildet. Die Vegetationsbedeckung ist nun schon so weit fortgeschritten, daß die weitere Feinkornausblasung durch die oberirdischen Pflanzenteile beendet, der Wassertransport von Sand und Schluff durch das Wurzelgeflecht eingeschränkt oder verhindert werden kann. Man kann hier, am Rhonegletscher spärlich, an vielen anderen Gletschern reichlich, Kiesstücke und Gruskörner durch physikalische Verwitterung zerfallen sehen. Schnelligkeit und Stärke dieses Vorgangs ist allerdings nach

Boden- und Vegetationszonen im Vorfeld des Rhonegletschers

Gesteinsart sehr verschieden, doch wird in nennenswerter Menge neues Feinkorn für verloren gegangenes nachgeliefert. Ich möchte daher von einer Schuttzerfallszone sprechen. Oft findet man aber in Bodenprofilen besonders der nassen Böden auch schon gelbbraune Schlieren, ein Zeichen, daß Eisenoxydul schon hydratisiert wird, daß also auch die chemische Bodenbildung einsetzt. Vielfach kann man nun auch schon auf trockenen Böden reichliche Humusauflagerung feststellen. Der Boden des überwiegenden Flächenanteils ist nicht mehr als Rohboden zu bezeichnen, ich möchte ihn Anboden [1]) nennen. Die eigentlichen Bodenbildungsprozesse haben begonnen. Im größten Teil dieser Zone tritt schon Vegetationsschluß ein. Die Vegetationstypen sind schärfer ausgeprägt und abgegrenzt. In dem Bereiche zwischen dem Moränenrücken von 1865 und dem Doppelwall von 1856 herrscht, abgesehen von den hier sehr verbreiteten

[1]) Als Anboden wird ein Boden bezeichnet, in dem die echten Bodenbildungsprozesse eben beginnen. Der Ausdruck ist in Anlehnung an die russischen Forscher geformt, die unterscheiden: Rohboden (pedologisch gar kein Boden), → Anboden → Halbboden → Vollboden (Klimaxboden).

Sumpfflächen, eine geschlossene *Trifolium-pallescens-Polytrichum-juniperinum*-Soziation. Fleckenweise geht sie in eine Art von Milchkrautweide über, dominiert von *Festuca rubra commutata*, *Anthoxanthum odoratum*, *Leontodon hispidus*, *Crepis aurea*, *Taraxacum officinale*. In der nächsten Zone zwischen den Wällen von 1856 und 1818 herrscht diese Milchkrautweide mit großen Nardusflecken. An den Rändern der Moränenwälle schließen sich *Rhododendron-ferrugineum*-Bestände zusammen. Auf den Kuppen der Wälle von 1856 überwiegt eine Soziation, dominiert durch *Polytrichum piliferum*, *Sempervirum montanum*, *Hieracium pilosella* und *Rhacomitrium canescens*, durchsetzt von Flecken einer *Calluna-Juniperus-montana*-Soziation. Dagegen herrscht umgekehrt auf dem Wall von 1818 die *Calluna-Juniperus*-Soziation vor und ist nur fleckenweise von *Polytrichum-piliferum*-Soziationen unterbrochen.

Außerhalb des Ruhschuttes, der durch die jungen Moränen des 19. Jahrhunderts gebildet wird, liegt noch eine sehr wichtige Zone, welche etwa 150 Meter breit ist und von der 1818-Moräne (in 1850 Meter Gletscherentfernung) bis zu einer Gletscherentfernung von etwa 2 Kilometer reicht. Sie wird nach außen abgeschlossen durch Reste zweier Moränenkränze. Der Boden besteht aus einer gut entwickelten Braunerde; die Vegetation ist ein mosaikartiger Komplex von Milchkrautweide, Nardeten und Sumpfflächen. Auf den Moränenkuppen finden wir *Festuca-duriuscula*-Weide und zerstreute *Calluna-*, *Juniperus-* und *Vaccinium-uliginosum*-Trupps. Einige Reste von Baumwurzeln zeigen an, daß hier schon einzelne ältere Lärchen gestanden haben müssen. Diese Wälle stammen mit Sicherheit aus der Zeit der Gletschervorstöße in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts, der Boden ist also maximal drei Jahrhunderte alt. Leider sind die Zonen außerhalb der 1856-Wälle sehr stark durch Schotterabgrabungen, Rhoneregulierung und intensive Beweidung beeinflußt, so daß in einem ursprünglich reichen und regelmäßigen Moränengelände nun ein unregelmäßiges und verzerrtes Bild entsteht. Was noch einigermaßen gleichmäßig die Zone kennzeichnet, ist aber die typische Braunerde.

Außerhalb des Gletscherstandes von 1602 folgen hingegen, wo der Boden nicht verbaut ist, wenig beweidete Flächen, die vollständig fertigen Klimaxboden zeigen, einen mächtigen Eisenpodsolboden,

Übersicht über Boden- und Vegetationszonen im Vorfeld des Rhonegletschers.

Bezeichnung der Bodenzone in der Kartenskizze	Gletscherstand, der nach außen die Grenze bildet	Maximales Bodenalter in Dezennien	Ungefähre Entfernung vom Gletscher in Metern	Vorherrschende Pflanzen-Gesellschaft	Bodenstadium	Vorherrschender Bodenbildungsprozeß
Ia	1920	1½	200	Epilobieto-Oxyrietum 1	Lockerschutt-Rohboden	Schuttsetzung
Ib	1890	4½	500	Epilobieto-Oxyrietum 2		
IIa	1875	6	1100	Agrostris-rupestris-Soz.	Ruhschutt-Rohboden	Kornscheidung
IIb	1865	7	1500	Trifolium-pallescens-Soz. 1		
IIIa	1856	8	1700	Trifolium-pallescens-Soz. 2	Anboden	Schuttzerfall
IIIb	1818	11	1850	Milchkraut-weide, Nardetum		
IV	1602	33	2000	Nardetum, Rhodoretum	Übergangsboden	Braunerde-bildung
Ältester Boden .	—	—	—	Rhodoretum	Schlußboden	Podsolierung

stellenweise mit Eisenortsteinbildung. Die Vegetation besteht aus einem Rhodoretum-ferruginei-Vaccinietum-uliginosi-Komplex mit einzelnen Lärchen. Wenn die Braunerdebildung hier 300 Jahre gebraucht hat, dann muß man einer so extremen Podsolierung zu ihrer Entstehung mindestens einen Zeitraum von weit über tausend Jahren zumessen. Höchstwahrscheinlich ist dieser Boden aber seit dem letzten Ausklingen der Eiszeit vor der Wärmezeit nicht mehr vereist gewesen.

Wir haben nun am rechten Rhoneufer das ganze Vorfeld durchwandert. Ganz ähnliche Beobachtungen machen wir, wenn wir vom Gletscherende auf der linken Seite der Rhone talauswärts wandern: Zuerst ein schmale unbesiedelte Zone, dann ein Epilobieto-Oxyrietum auf Lockerschutt. In dieser Zone wird jedoch das normale Bild dadurch stark gestört, daß Sickerwasser vom Hotel Belvédère herabkommt, das den Boden hier stark düngt. Die Folge ist, daß Hochstaudenfluren und hochstaudenreiche Alneta viridis schon auf einem Boden zur vollen Ausbildung kommen, der erst zwei bis vier Dezennien alt ist. Die Lockerschuttzone wird abgeschlossen durch den in das Vorfeld hineingebauten Schwemmkegel des Muttbaches, der viele sonst vorfeldfremde Vegetationselemente hereinbringt. Talauswärts folgt das schattseitige Ruhschuttgebiet. Hier herrschen schneebodenartige Vor- und Halbgesellschaften, dominiert von *Gnaphalium supinum* und *Salix herbacea* mit *Polytrichum juniperinum*. (*Polytrichum sexangulare* tritt zurück.) Diese Vegetation wird bedingt vom Lawinenschnee, der hier so lange in den Hochsommer hinein liegen bleibt, daß einige Stellen vollständig vegetationslos sind. Die zu geringe Höhenlage verhindert es, daß echte, reife Schneebodenvegetation entsteht, vielmehr überwuchern schon in der Anbodenzone Alneta viridis und Rhodoreta ferruginei, soweit nicht die hier noch stärkere menschliche Beeinflussung stört. Braunerde- und Podsolzone sind auch hier abgrenzbar. – Eine intensivere geobotanische Bearbeitung des Rhonegletschers müßte im Vorfeld noch die steilen Talhänge sowie die hydrophile Vegetation berücksichtigen und die Vegetationsentwicklung an den Gletscherufern bis hinauf in die subnivale Stufe verfolgen.

* * *

Auf Ruhschutt beginnt die Bildung echter Pflanzengesellschaften in den wichtigsten Serien erst mit dem Vegetationsschluß. Auf den Eintritt der Wurzelkonkurrenz folgt sehr schnell auch Sproßkonkurrenz und damit die Homogenisierung der einzelnen Vegetationstypen. Nun beginnt erst die synökologische Phase in den wichtigsten Serien. In den jüngeren Zonen hatten wir rein autökologische Stadien. Am leichtesten erkennt man den Vorgang der Gesellschaftsbildung daran, wie sich zwei verschiedene, benachbarte Gesellschaftsindividuen (Glieder zweier verschiedener Sukzessionsserien) zu einander verhalten. Die Übergangszone zwischen ihnen wird schmäler, ist nicht so fließend wie der Übergang der autökologischen Faktoren. Das Areal der Übergangsvegetation tritt zurück gegenüber dem des ausgeprägten Typs. Daraus allein folgt auch schon, daß die Pflanzengesellschaften in sich homogener werden, die Zahl der konstanten Arten zunimmt und das Abundanzverhältnis zwischen diesen konstanten Arten in ein und demselben Gesellschaftsindividuum und beim Vergleich verschiedener Gesellschaftsindividuen gleichmäßiger wird. Treue Arten können vollständig fehlen, da deren Vorhandensein eben nicht nur vom Stadium der Gesellschaftsausprägung, sondern vom taxonomischen Grade des Vegetationstyps abhängt.

Wir fanden zwar gerade schon im Lockerschuttgebiet sehr ausgeprägte Homogenität, Artenkonstanz und Treue, aber diese Vegetationsmerkmale sind nur durch den autökologischen Extremfaktor der Bodenbeweglichkeit bedingt, ohne daß die besiedelnden Pflanzen sich gegenseitig und den Standort beeinflussen. Solche Gesellschaften seien Scheingesellschaften genannt. Sie können an den Steilhängen des Taltrogs im ganzen Vorfeld bis in die ältesten Zonen erhalten bleiben. Mit der Beruhigung des Schuttes tritt zunächst eine auffallende Verwirrung in der Vegetation ein. Hier haben wir bloße Vorgesellschaften. Durch die Homogenisierung nach dem Vegetationsschluß entwickeln sich Vollgesellschaften mit allen ihren kennzeichnenden Organisationsmerkmalen. Da jedoch dieser Vorgang nur langsam vor sich geht, wollen wir jene Gesellschaftstypen, bei denen er noch nicht vollendet ist, Halbgesellschaften nennen, ein Begriff, der erst in der endgültigen Veröffentlichung genauer abgegrenzt werden soll. Wir haben also die Reihe:

Vollgesellschaften — auf Übergangs- und Schlußböden

↑

Halbgesellschaften — auf Anböden

↑

Vorgesellschaften

↑

(Scheingesellschaften) } auf Rohböden.

Scheingesellschaften sind in Vorfeldern kein notwendiges Stadium. Wo stellenweise die lockere Aufschüttung von Ober- und Innenmoräne fehlt, beginnt auf dem Ruhschutt der Grundmoräne die Besiedlung mit Vorgesellschaften. Ein solcher Ablauf ist für Neulandbesiedlung kennzeichnend. In Vorfeldern ist aber eine anfängliche, vorübergehende Störung durch Lockerschutt mit Scheingesellschaften allgemein verbreitet.

Die angeführten Unterscheidungen betreffen die Organisationsentwicklung und sind nicht zu verwechseln mit den Begriffen: Anfangs-, Übergangs-, Dauer- und Schlußgesellschaften, die sich auf die zeitliche Rolle in der Serie beziehen. Rhododendron-ferrugineum-Bestände können einerseits Halb- und Vollgesellschaften sein und anderseits Übergangs-, Dauer- und Schlußgesellschaften bilden. Die Trifolium-pallescens-Polytrichum-juniperinum-Soziation kann Vor- und Halbgesellschaft sein und ist andererseits stets Übergangsgesellschaft. Die meisten Hochstaudenfluren sind Halbgesellschaften und können anderseits Übergangs- und Dauergesellschaften sein. Auf Fließschutt sind Scheingesellschaften Anfangsgesellschaften und gehen in Vollgesellschaften über; Vorgesellschaften sind hier wegen des scharf auslesenden Faktors des Bodenfließens unmöglich.

Über die anderen von mir untersuchten Gletscher soll in einer nächsten Veröffentlichung berichtet werden. Sie zeigen die vom Rhonegletscher kurz beschriebenen Gesetzmäßigkeiten teilweise noch viel schärfer, wenn auch die Vegetationszusammensetzung je nach dem Gestein sehr verschieden ist und der Ablauf je nach Höhenlage und Exposition sehr verschieden schnell vor sich geht.

CAREX CURVULA ALL. SSP. NOV. *ROSAE* GILOM. (Kalk-Krummsegge)

Von *Hans Gilomen*, Bern.

Carex curvula All. kommt in der alpinen Stufe der Alpen, Pyrenäen, des französischen Zentralplateaus, der Karpathen und der Stara planina, Rila planina und des Piringebirges in Bulgarien vor und bildet die Carex-curvula-Assoziation, das Caricetum curvulae oder Curvuletum (Krummseggenrasen), den Klimaxverein der alpinen Stufe. 1922 faßte Rübel die Ergebnisse der Curvuletum-Untersuchungen von Bär, Beger, Bolleter, Braun-Blanquet, Brockmann-Jerosch, Ed. Frey, Furrer, Grisch, Guyot, Lüdi, Roth, Rübel, Stebler, Schröter und Vierhapper in seiner „Curvuletum" betitelten Studie zusammen. 1926 beschrieb C. Schröter Carex curvula und ihre Assoziation eingehend in der zweiten Auflage des „Pflanzenleben der Alpen". Schröter schildert die Krummsegge als Pflanze des Urgebirges, die dem Kalkgebirge fehlt. Er erwähnt aber, Carex curvula finde sich ganz selten auch im Seslerietum coeruleae, so am Hühnerspiel südlich des Brenner in Tirol, auch sei sie von J. Braun-Blanquet am Calanda bei 2800 m auf Kreidekalkfelsen gefunden worden zusammen mit der kalksteten *Carex firma*. J. Braun-Blanquet und Hans Jenny unterzogen Carex curvula und das Curvuletum einer eingehenden ökologischen Untersuchung, deren Ergebnisse sie 1926 veröffentlichten. Sie fanden die Krummsegge im schweizerischen Nationalpark (Graubünden) und in den umliegenden Gebieten ausschließlich auf kalkfreiem, saurem Boden von pH 4,1 bis 5,9 (125 Pflanzen) und erklärten Carex curvula auf Grund dieser Feststellung als eine ausgesprochen acidiphile Pflanze. Bisher war dies die vorherrschende Auffassung der Pflanzengeographen.

Im Verlaufe meiner Studien über die Seslerietalia (Braun-Blanquet) oder die blaugrasreichen Trockenwiesen der Alpen beobachtete ich 1926 am Lautaret (Frankreich, Dauphiné, Dep. Hautes-Alpes) zum erstenmal auf Kalk Carex-curvula-Rasen, in denen kalkliebende Arten wie *Sesleria coerulea*, *Dryas octopetala* usw. vorkommen. In den Jahren 1930, 1934 und 1936 dehnte ich meine Untersuchungen

in die Provence-Hochalpen und die Meeralpen aus und fand auch hier auf Kalk Krummseggenrasen. An der Grande Séolane bei Barcelonnette im Dep. Basses-Alpes stellte ich Carex curvula in allen hochalpinen Beständen des Seslerietum coerulae fest. W. Lüdi machte mich 1930 auf die Wichtigkeit dieser Beobachtungen aufmerksam. Als ich im Winter 1936/37 in der Botanischen Gesellschaft Bern darlegte, Carex curvula habe an der Grande Séolane einen pH-Bereich von pH 6,6 bis 8,3 gegenüber pH 4,1 bis 5,9 in Graubünden, fanden diese Mitteilungen solche Beachtung, daß ich mich entschloß, zu untersuchen, ob es sich bei den Carex-curvula-Pflanzen des Lautaret und der Grande Séolane um eine ökologische Modifikation oder um eine von den Pflanzen der Schweizer- und Ostalpen genotypisch verschiedene Rasse handle.

Exkursionen.

Um mir das nötige Untersuchungsmaterial beschaffen und Beobachtungen über die Ökologie von Carex curvula machen zu können, führte ich im Sommer und Herbst 1937 folgende Exkursionen aus: Hohgant bei Interlaken, Berner Oberland, 10./11. Juli. Auf dem kalkfreien Hohgantsandstein des Gipfels fand ich Carex-curvula-Pflanzen mit sehr kurzen Staubbeutel-Fortsätzen, während die Pflanzen des Lautaret, die ich 1926 gesammelt hatte, lange Fortsätze haben. Schon diese erste Exkursion zeitigte das Ergebnis, daß sich vermutlich die Kalkpflanzen der Südwestalpen von den Urgebirgspflanzen der Schweizeralpen als morphologisch verschiedene Rasse unterscheiden lassen werden.

Exkursion in die Südwestalpen (Frankreich), 3. bis 13. August. Mont Aurouze, westlich Gap. Auf den Kreidekalken stellte ich von 2250 m bis zum Pic de Bure (2712 m) kleine Krummseggenrasen mit *Oxytropis triflora* Hoppe var. *Gaudini* (Bunge) Gams, *Sesleria coerulea* usw. fest. Unmittelbar neben einem Carex-curvula-Rasen auf Senonkalk beobachtete ich auf saurem Boden ein Elynetum mit acidiphiler Begleitflora, in dem Carex curvula fehlt.

Grande Seolane (2903 m) bei Barcelonnette. Auf dem Malmkalkgipfel Pionierrasen von *Carex curvula*, *Festuca pumila*, *Salix serpyllifolia*. Geschlossene Kalk-Krummseggenrasen mit *Leontopodium*, *Oxytropis triflora* var. *Gaudini*, *Sesleria coerulea* usw. Auf windgefegten Malmfelsen Carex-curvula-Dryas-Pionierrasen. Auf

sauren Böden der Grande Séolane fehlt Carex curvula (Schneetälchen, Elyneten). Dagegen ist sie in allen Beständen des Seslerietum coeruleae vorhanden (vgl. Taf. 4, Abb. 1).

Lautaret und Galibier, Paßübergänge am Nordrand des Granitmassivs des Pelvoux. Carex curvula ist auf den Liaskalkfelsen am Galibier häufig im Seslerietum coeruleae und bildet bei 2600 m Reinbestände mit *Oxytropis campestris*, *Leontopodium* usw. Carex curvula fehlt am Galibier auf kalkfreiem Quarzit und findet sich auf dem zum Urgesteinsmassiv des Pelvoux gehörenden Combeynot nur ganz vereinzelt in der Nähe von *Dryas octopetala*. Auf der eintägigen Exkursion auf den Combeynot fand ich in diesem Urgebirgsstock (2100 bis 3155 m) nur zwei Carex-curvula-Pflanzen.

Herrn Hans Itten, der die Exkursion in die französischen Alpen mitmachte, danke ich für seine freundliche Mithilfe aufs herzlichste.

Gemmi – Rote Kumme – Felsenhorn – Üschinental, westliche Berneralpen, 21./22. und 28./29. August. Auf der Paßhöhe der Roten Kumme gegen die Gemmi und am Felsenhorn östlich der Roten Kumme fand ich ausgedehnte Carex-curvula-Rasen auf Schrattenkalk, mit *Leontopodium*, *Sesleria coerulea* usw.

Lötschental, Oberferdenalp, Lötschenpaß-Südseite, Wallis, 26./27. September. Auf der Oberferdenalp wechseln Liaskalke und Quarzite miteinander ab. Auf beiden Gesteinsarten kommt Carex curvula vor, und zwar zeigten die pH-Untersuchungen und mikroskopisch ausgeführten Bestimmungen, daß auf dem Kalk die Kalkform der Südwestalpen und auf dem Quarzit die Urgebirgsform wächst. Auf dem Malmkalk des „Jungfraukeils" am Südhang des Lötschenpasses fand ich nach langem Suchen bei 2650 m die Kalkform der Krummsegge. Sie bildet hier eine kleine Arealinsel mitten in den ausgedehnten Beständen der Urgebirgskrummsegge (Gasterngranit).

Grimsel. Zermatt–Unter Rothorn, 2./6. Oktober, Wallis. Auf dem zentralen Aaregranit der Grimsel-Paßhöhe kommt nur die Urgebirgsform der Krummsegge vor. Am Unter-Rothorn bei Zermatt, das aus Kalkschiefer besteht, fand ich vom Stellisee (2600 m) bis zum Gipfel (3106 m) nur die Kalkform. Am Südrand des Gipfelplateaus gibt es ausgedehnte Kalk-Krummseggenrasen mit *Sesleria coerulea*, *Leontopodium alpinum*, *Oxytropis triflora* var. *Gaudini*.

Abgrenzung der ssp. *eu-curvula* und der ssp. *Rosae*.

Während oder unmittelbar nach den Exkursionen stellte ich das pH der meist frischen Erdproben fest und untersuchte die gesammelten Pflanzen, insgesamt je 341 Pflanzen und Erdproben. Ich verwende ein Betriebsjonometer nach Trenel der Firma Lautenschläger, München, mit Chinhydron-Elektrode.

Zudem untersuchte ich noch 1629 Carex-curvula-Herbarpflanzen aus öffentlichen und privaten Herbarien. Meine variationsstatistischen Untersuchungen haben also als Grundlage mikroskopisch ausgeführte Messungen an 1970 Carex-curvula-Pflanzen. Folgende Institutionen stellten mir das vorhandene Carex-curvula-Material zur Verfügung, wofür ich den Behörden den höflichsten Dank ausspreche. Die eingeklammerte Zahl deutet an, wieviele Pflanzen ich jeweilen für die Variationsstatistik verwendete: Botanische Abteilung des Naturhistorischen Museums Wien (130); Botanische Abteilung des königlichen bulgarischen Naturhistorischen Museums, Sofia (3); Geobotanisches Forschungsinstitut Rübel, Zürich (96); Botanische Sammlungen der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich (282); Botanisches Institut Bern (100); Musée botanique cantonal, Lausanne (199); Conservatoire botanique de la Ville de Genève (Herb. Burnat, Delessert, Barbey-Boissier) (476); Laboratoire de Botanique de l'Université de Grenoble (61); Laboratoire de Botanique de l'Université de Lyon (24); Museo botanico ed erbario coloniale dell'Istituto botanico della R. Università di Firenze (209). Zudem waren die Herren Prof. Dr. R. de Litardière, Grenoble, und Dr. H. Guyot, Basel, so freundlich, mir das Material ihrer Herbarien zur Verfügung zu stellen, was ich ebenfalls bestens verdanke.

Die während der Exkursionen gemachten Beobachtungen, die pH-Messungen und morphologisch-anatomischen Untersuchungen an 1970 Carex-curvula-Pflanzen zeitigten das Ergebnis, daß die Carex-curvula-Pflanzen des Lautaret und der Grande Séolane einerseits und die auf Urgestein vorkommenden Sippen der Schweizeralpen anderseits zu zwei ökologisch und morphologisch verschiedenen Kleinarten gehören, nämlich:

1. Carex curvula All. ssp. eu-curvula Gilomen (Urgesteins-Krummsegge),
2. Carex curvula All. ssp. Rosae Gilomen (Kalk-Krummsegge).

Morphologische Unterschiede der beiden Unterarten von *Carex curvula* All.

1. *Staubbeutelfortsatz.*

Tabelle I und Abb. 1 zeigen die Resultate der Längenmessungen und Abb. 2 die Form der Staubbeutelfortsätze. Es wurden bei der ssp. eu-curvula 1000 und bei der ssp. Rosae 500 Staubgefäße gemessen.

	Länge der Staubbeutel-Fortsätze		
	Mittelwert	Standard-abweichung	Typische Werte
ssp. eu-curvula	0,17 mm	± 0,08 mm	0,09—0,25 mm
ssp. Rosae	0,30 mm	± 0,10 mm	0,20—0,40 mm

Die ssp. Rosae hat in allen Teilgebieten eine ähnliche Kurve wie sie Abb. 1 zeigt. Auch sind alle Fortsätze dieser Unterart rötlich, gelbbraun oder orange gefärbt.

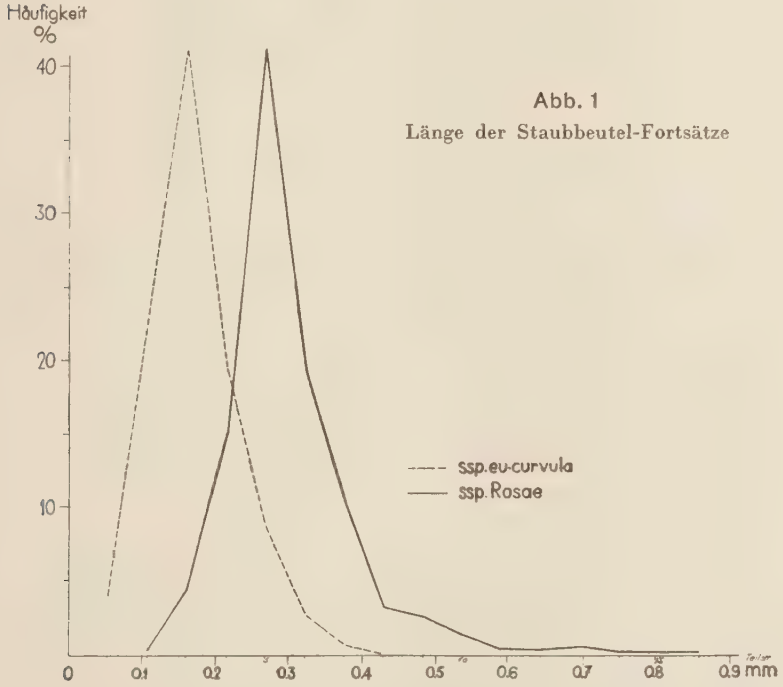


Abb. 1
Länge der Staubbeutel-Fortsätze

Die ssp. eu-curvula ist in bezug auf die Länge der Staubbeutelfortsätze nicht so einheitlich wie die Kalk-Krummsegge. In den schweizerischen Nordalpen haben ssp. eu-curvula-Pflanzen des Gebietes Hohgant–Faulhorn–Große Scheidegg–Susten–Titlis kürzere Fortsätze; das Maximum der Kurve erscheint bei 0,11 mm statt bei 0,17 mm. In den Südostalpen gibt es im Gegensatz dazu Gebiete, in denen die Fortsätze fast gleich lang sind wie die der ssp. Rosae. Allerdings sind sie meist farblos, wie bei ssp. eu-curvula. Es gibt

Abb. 2
Staubbeutel mit Fortsatz
a ssp. eu-curvula,
b ssp. Rosae
Vergrößerung 12fach

aber gelegentlich auch rötlich gefärbte. So ist denn der Staubbeutelfortsatz nicht in allen Fällen ein einwandfreies Unterscheidungsmerkmal der beiden Unterarten. Die Längenkurven der Staubbeutelfortsätze beweisen aber, daß innerhalb der Art Carex curvula zwei Rassen vorkommen.

Innerhalb der Gattung Carex treten Staubbeutelfortsätze vor allem bei Arten des Subgenus Primocarex und Subgenus Vignea auf. Sie finden sich sehr häufig und stark ausgebildet bei vielen anderen Cyperaceengattungen, z. B. bei *Schoenus*, *Blysmus*, *Scirpus* usw.

2. *Bau des Blattes.*

Wie bei vielen kritischen Gramineen liefert uns auch bei Carex curvula der Bau des Blattes Merkmale zur sichern Abgrenzung der beiden Unterarten. Für die mikroskopische Untersuchung verwende ich die ältesten, völlig entwickelten, zweijährigen Blätter nichtblühender Triebe. Den Querschnitt mache ich ca. 2 cm oberhalb des Blatthäutchens. Wenn man zur Bestimmung Blätter nichtblühender Triebe verwendet, hat man den Vorteil, daß man ohne weiteres auch sterile Pflanzen bestimmen kann, wozu man bei Bestandesaufnahmen in der nivalen Stufe häufig gezwungen sein wird.

Abb. 3 zeigt Blattquerschnitte der beiden Unterarten, und in Tabelle II und III und Abb. 4 und 5 sind die Ergebnisse mikroskopischer Messungen an Blattquerschnitten von 1000 eu-curvula- und 800 Rosaepflanzen dargestellt. Wie Abb. 3 zeigt, sind die Blattquer-

Länge mm	ssp. eu-curvula		ssp. Rosae	
	Häufigkeit		Häufigkeit	
	Zahl	%	Zahl	%
0,05	39	3,9	—	—
0,11	230	23,0	2	0,4
0,16	411	41,1	22	4,4
0,21	195	19,5	75	15,0
0,27	88	8,8	206	41,2
0,32	28	2,8	97	19,4
0,37	8	0,8	52	10,4
0,43	1	0,1	16	3,2
0,48	—	—	13	2,6
0,54	—	—	7	1,4
0,59	—	—	2	0,4
0,64	—	—	2	0,4
0,70	—	—	3	0,6
0,75	—	—	1	0,2
0,80	—	—	1	0,2
0,86	—	—	1	0,2
	1000	100,0	500	100,0

Tabelle I. Länge der Staubbeutel-Fortsätze.

schnitte typischer Blätter der beiden Unterarten so verschieden, daß man die Zugehörigkeit auf den ersten Blick erkennt. Die ssp. eu-curvula hat einen bandförmigen Blattquerschnitt mit einer feinen Rinne über dem Mittelnerv, die in die Oberseite des Blattes eingesenkt ist. Der Blattquerschnitt der ssp. Rosae ist halbmondförmig bis halbkreisförmig. Die Rinne, wie sie bei ssp. eu-curvula auftritt, fehlt bei typischen Pflanzen der ssp. Rosae. Nur selten findet sich eine Andeutung einer solchen Rinne. Zwischen dem Mittelnerv und der Epidermis der Blattoberseite ist bei der ssp. Rosae viel Mesophyll und Aerenchym. Bei der ssp. eu-curvula fehlen diese Gewebe zwischen der Epidermis der Blattoberseite und dem Mittelnerv oder sie sind stark reduziert, und darauf beruht das Vorhandensein der Rinne. Es gibt allerdings auch eu-curvula-Pflanzen, denen diese Rinne fehlt.

Abb. 3

Blattquerschnitte von Carex curvula All. Ssp. eu-curvula: a typische Form; b f. *kobresiifolia*. Ssp. Rosae: c typische Form; d und e Pflanzen extrem trockener Standorte; f. Blattform von Pflanzen tiefgründiger, etwas feuchter Standorte. Bei beiden Unterarten sind gelegentlich die Epidermiszellen der Blattoberseite mehr oder weniger papillos. (Vergrößerung 30fach.)

Meist ist sie dann aber durch folgende charakteristische Bildung ersetzt: Über dem Mittelnerv finden sich drei bis sieben Reihen sehr großlumiger, auffälliger Epidermiszellen. (Abb. 3b). Ähnliche Epidermiszellen finden sich an gleicher Stelle auch bei *Kobresia bipartita* Dalla Torre, und der Blattquerschnitt solcher Krummseggen ist überhaupt dem von Kobresia bipartita sehr ähnlich. Solche Krummseggen bezeichne ich als *Carex curvula All.* ssp. *eu-curvula* Gilomen f. *kobresiifolia* Gilomen. Von der ssp. Rosae läßt sich diese Form ebenso gut unterscheiden wie die typischen eu-curvula-Pflanzen, die eine Rinne haben.

Um die auf Grund der Blattanatomie mögliche Abgrenzung der beiden Unterarten mathematisch fassen zu können, habe ich an den Blattquerschnitten mikroskopisch Messungen der Dicke und Breite der Blätter ausgeführt. Die Dicke des Blattes wurde jeweilen beim medianen Nerv gemessen. Aus der Tabelle II ist eine recht gute Trennung der Unterarten bei Verwendung der Blattdicke ersichtlich.

	Blattdicke		
	Mittelwert	Standard-abweichung	Typische Werte
ssp. eu-curvula	0,23 mm	0,04 mm	0,19—0,27 mm
ssp. Rosae	0,40 mm	0,07 mm	0,33—0,47 mm

Blattbreite

Blattdicke	mm	0.99	1.10	1.21	1.31	1.42	1.53	1.64	1.74	1.85	1.96	2.07	2.18	2.28	2.38	2.49	2.60	2.71	2.81	2.92	3.02	3.13	3.24	3.35	3.46	eu-curvula	Rosae
	0.11			2			1																			3	
	0.16		1	2	8	7	6	11	13	9	7	7	6	3	8	2	2	2	2	2	1					99	
	0.21		1	1	1	14	32	39	51	60	62	61	62	49	37	43	15	20	8	4	2	5	1	1	1	569	
	0.27	1	1	5	2	8	63	210	18	17	28	33	46	31	20	15	18	19	8	10	3	4	3	4	1	291	
	0.32	6	5	21	26	24	16	21	11	51	4	4	6	6	4	4		3	2	2		2		1		37	
	0.37	3	5	14	32	33	33	41	30	19	13	9	7		1		1							1		1	
	0.43		1	5	16	18	41	34	23	24	26	11	8	4	2	1											
	0.48		1	4	3	11	13	25	19	12	17	12	2	2			1	2									
	0.54					1	4	8	6	6	5	8	2														
	0.59									1		1	1	3		1											
	0.64										1																
eucurvula			1	5	9	21	42	60	83	87	98	105	120	89	69	64	35	44	20	18	6	11	4	7	2	1000	
Rosae		10	14	49	61	95	119	129	89	69	66	41	20	9	3	2	2	2									800

Tabelle II. Verhältnis von Blattdicke und Blattbreite der beiden Unterarten von Carex curvula.

In den Quadraten des Mittelfeldes wurde notiert, wieviele Pflanzen von bestimmter Blattdicke und Blattbreite bei jeder Unterart festgestellt wurden. Die Carex-eu-curvula-Werte wurden mit dicken, senkrecht gestellten Zahlen dargestellt, die Carex-Rosae-Werte mit dünnen, schiefgestellten Zahlen. Die Zahl 60 in der dritten Reihe von oben und in der neunten Kolonne von links sagt also, bei der ssp. eu-curvula seien 60 Pflanzen gezählt worden, die 0,21 mm dicke und gleichzeitig 1,85 mm breite Blätter hatten. — Rechts finden sich die Summen der Pflanzen jeder Blattdickenklasse, unten die Summen der Pflanzen jeder Blattbreitenklasse der beiden ssp. Verwendet wurden 1000 eu-curvula- und 800 Rosaepflanzen.

Abb. 4 zeigt die Kurven der Blattdicken der beiden Unterarten. Da, wie Tabelle II zeigt, nur die Rosae-Pflanzen Blätter haben, die 0,37 bis 0,64 mm dick sind (das einzige, extreme eu-curvula-Blatt von 0,37 mm Dicke können wir praktisch außer acht lassen), können 79% der Rosae-Pflanzen durch Messung der Blattdicke bestimmt werden, bei der ssp. eu-curvula entsprechend 66%.

Aus der Tabelle II kann man auch das Verhältnis Blattbreite: Blattdicke ablesen. Die Blattbreite ist die Summe der Abstände beider Blatträndern vom Mittelnerv, möglichst nahe an der Epidermis der Blattunterseite gemessen. Diesen Abstand zwischen Blattrand und Mittelnerv messe ich auf jeder Hälfte des Querschnittes in zwei

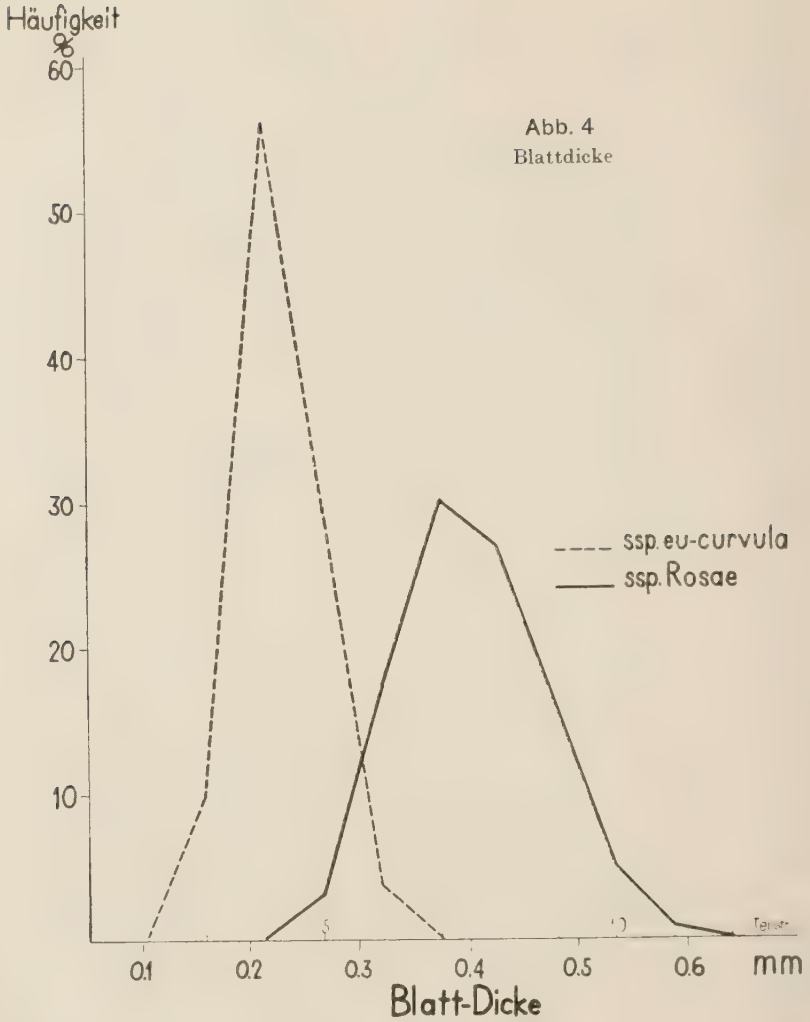
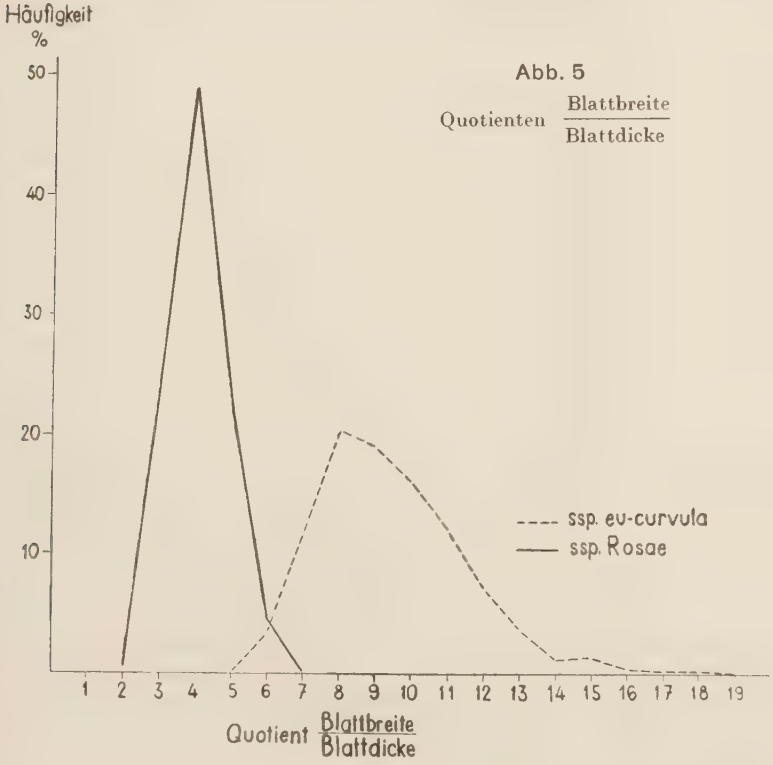


Abb. 4
Blattdicke

bis drei Teilstrecken, je nach Breite des Blattes. Auf Grund der Tabelle II ergeben sich für die Blattbreite folgende Werte:

	Blattbreite		
	Mittelwert	Standard-abweichung	Typische Werte
ssp. eu-curvula	2,13 mm	± 0,41 mm	1,72—2,54 mm
ssp. Rosae	1,62 mm	± 0,29 mm	1,33—1,91 mm

Wie ersichtlich, ist die Blattbreite allein kein ausgezeichnetes Unterscheidungsmerkmal. Sie ist aber wichtig, weil wir nun die Merkmalskombination Blattbreite/Blattdicke zur Unterscheidung der beiden Unterarten verwenden können. Rechnen wir nämlich bei Zugrundelegung der ursprünglichen Tabelle, aus welcher Tabelle II durch eine kleine Vereinfachung entstand, für jedes Blatt diesen Quotienten aus, so finden wir bei der ssp. eu-curvula Werte im Bereich der Zahlen 5 bis 19, bei ssp. Rosae entsprechende Werte von 2 bis 7 (siehe Tabelle III und Abb. 5). Bei der ssp. eu-curvula tritt nun der Quotient 5 nur in 0,1% der Fälle auf, und ebenso tritt der Quotient 7 bei der ssp. Rosae auch nur bei 0,1% aller Pflanzen auf. Sehen wir von diesen zwei extremen Fällen ab, so ergibt sich, daß wir für ca. 95% der Carex-curvula-Pflanzen einzig und allein auf die Merkmalskombination Blattbreite/Blattdicke gegründet, die Zu-



Blattbreite / Blattdicke	ssp. eu-curvula		ssp. Rosae	
	Häufigkeit		Häufigkeit	
	Anzahl Pflanzen	%	Anzahl Pflanzen	%
2	.	– .	4	0,5
3	—	—	188	23,5
4	—	—	391	48.9
5	1	0,1	180	22,5
6	35	3,5	36	4,5
7	121	12,1	1	0,1
8	205	20,5	—	—
9	190	19,0	—	—
10	181	18,1	—	—
11	121	12,1	—	—
12	71	7,1	—	—
13	37	3,7	—	—
14	12	1,2	—	—
15	15	1,5	—	—
16	4	0,4	—	—
17	3	0,3	—	—
18	3	0,3	—	—
19	1	0,1	—	—
Total	1000	100,0	800	100,0

Tabelle III. $\frac{\text{Blattbreite}}{\text{Blattdicke}}$

gehörigkeit zur jeweiligen Unterart bestimmen können. Der Quotient Blattbreite/Blattdicke erreicht nämlich bei der ssp. Rosae nur bei 4,5% der Pflanzen den Wert 6 und analog bei der ssp. eu-curvula bei 3,5% aller Pflanzen. Man erhält für die Quotienten Blattbreite/Blattdicke folgende Werte:

	Mittelwert	Standard-abweichung	Typische Werte
ssp. eu-curvula	9,5	2,1	7,4—11,6
ssp. Rosae	4,0	0,8	3,2— 4,8

Die Bereiche der typischen Werte beider Unterarten sind durch einen Zwischenraum getrennt, der 2,6 Einheiten umfaßt, woraus die

große Bedeutung der Merkmalskombination Blattbreite/Blattdicke für die Bestimmung der Zugehörigkeit von Carex-curvula-Pflanzen zur jeweiligen Unterart ersichtlich ist.

Die Blattquerschnitte ließ ich in Milchsäure aufquellen und verwendete für die Messungen Leitz-Objektiv Nr. 1 (1 Teilstrich = 0,0536 mm). Mißt man die Blätter makroskopisch, so erhält man meist nicht die Breite respektive Dicke des Blattes, sondern die größte Dimension des Blattquerschnittes, die bei bandförmigen Blättern als „Breite", bei borstenförmigen als „Dicke" bezeichnet wird. Da die Eu-curvula-Blätter meist beim Mittelnerv gefalzt sind, so erhält man bei dieser ssp. als größte Dimension des Blattes die Hälfte der im Mikroskop gemessenen Breite, also als Mittelwert 2,13 mm : 2 = 1,06 mm. Bei der ssp. Rosae wird man als größte Dimension den größten Durchmesser des halbmondförmigen Querschnittes messen. 200 Messungen ergaben hierfür den Mittelwert 0,98 mm. Es ist also meist unmöglich, die beiden ssp. durch makroskopische Messungen der Blätter auseinander zu halten.

Über die Zahl der Blattnerven gibt untenstehende Zusammenstellung Auskunft. Bei beiden Unterarten tritt das Maximum der Häufigkeit bei Nervenzahl 9 auf. Eine Unterscheidung der Unterarten nach der Zahl der Nerven ist also nicht möglich. Spinner

Nervenzahl . .	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
					Anzahl Pflanzen								Total
ssp. eu-curvula	1	—	15	54	**270**	153	161	100	91	24	3	1	872
ssp. Rosae . .	4	6	54	157	**341**	83	33	17	9	—	—	—	604

erwähnt in seiner Dissertation „L'anatomie foliaire des Carex suisses", für Carex curvula sei der Nerventypus IX charakteristisch. Ein Nerv von diesem Typus liegt mitten im Mesophyll und wird auf der Unterseite des Blattes von einem Sklerenchymstrang begleitet, der nicht mit dem Nerv zusammenhängt. Beispiel Abb. 3c je der zweite und dritte Nerv vom Blattrand aus. Diese Nerven vom Typus IX treten bei beiden ssp. auf, doch sind sie bei ssp. Rosae häufiger.

Auch die Krümmung der Blätter, das Merkmal, dem Carex curvula den Namen verdankt, ist nicht bei beiden Unterarten in gleichem Maße ausgebildet. Unter 100 eu-curvula-Pflanzen fand ich 83 mit krummen und 17 mit geraden Blättern und unter 100 Rosaeblättern 69 mit geraden und 31 mit krummen Blättern. Auch hierin zeigt sich also ein bedeutender Unterschied zwischen den beiden Unterarten, ohne daß man aber dieses Merkmal für sich allein bei der Bestimmung verwenden könnte.

3. *Farbe der Tragblätter der Blüten.*

Meist zeigen die beiden Unterarten in der Farbe der Tragblätter der Blüten auffällige Unterschiede. Bei der ssp. eu-curvula fand

ich bei der Kontrolle von 100 Pflanzen folgendes: 58 Pflanzen hatten kastanienbraune und schwarzbraune, 37 hellbraune und 5 bräunlichgelbe Tragblätter. Bei der ssp. Rosae sind die Tragblätter in der Regel heller gefärbt. Unter 100 Rosae-Pflanzen fand ich 57 mit bräunlich-gelben und gelbbraunen, 38 mit hellbraunen und 5 mit kastanienbraunen Blütenköpfchen.

4. *Wurzeln.*

Auch in der Farbe der Wurzeln zeigen sich auffällige Unterschiede. Meist sind die Wurzeln der Rosae-Pflanzen rotbraun bis schwarzbraun, und zwar sind alle Wurzeln einer bestimmten Pflanze gleich gefärbt. Es kommt nur selten vor, daß sich unter den dunkeln Wurzeln einer Rosae-Pflanze noch einige gelbe oder gelbbraune finden. Bei der ssp. eu-curvula aber sind die Wurzeln meist hellbraun und fast immer finden sich neben den braunen noch junge Wurzeln von gelber oder gelbweißer Farbe. Die Wurzeln ein und derselben Pflanze sind also bei der ssp. eu-curvula meist auffällig verschiedenfarbig. Dunkelbraune oder schwarzbraune Wurzeln treten bei der ssp. eu-curvula nur selten auf. Vermutlich beruht die verschiedene Farbe der Wurzeln auf einer Reaktion der Pflanze gegen den physikalisch-chemischen Zustand des Bodens.

Die Unterschiede in der Farbe der Wurzeln sind so auffällig, daß sie zusammen mit andern Merkmalen bei der Bestimmung der beiden ssp. verwendet werden können. Allerdings muß man beim Sammeln die Wurzeln möglichst vollständig mitnehmen.

Ökologische Unterschiede der zwei Unterarten von *Carex curvula*. Verhalten zur Bodenreaktion.

Nachdem ich auf Grund der Morphologie und Anatomie die Gesamtart Carex curvula All. in die zwei Unterarten aufgeteilt hatte, konnte ich meine pH-Messungen zusammenstellen und den pH-Bereich jeder Unterart bestimmen. 108 Erdproben, die ich bei Pflanzen der ssp. eu-curvula entnommen hatte auf der Alp Oberferden, auf dem Lötschenpaß und auf der Grimsel, und 223 Wurzelerden von Pflanzen der ssp. Rosae von der Grande Séolane, vom Mont Aurouze, vom Lautaret, vom Unter-Rothorn bei Zermatt, von der Alp Oberferden, vom Lötschenpaß und von der Roten Kumme, ergeben folgenden pH-Bereich:

ssp. eu-curvula	pH 4,0 bis 6,8
ssp. Rosae	pH 5,8 bis 8,6

In Abb. 6 ist der pH-Bereich veranschaulicht. Nach meinen pH-Messungen ist die ssp. eu-curvula acidiphil. Erinnern wir uns, daß J. Braun-Blanquet und H. Jenny für Carex curvula All. einen pH-Bereich von 4,1 bis 5,9 gefunden haben und vergleichen wir damit den von mir festgestellten pH-Bereich der ssp. Rosae, so sind wir berechtigt, den Schluß zu ziehen, daß Braun-Blanquet und Jenny nur mit Eu-curvula-Pflanzen arbeiteten. Meine Messungen bestätigen das von Braun-Blanquet und Jenny gefundene Resultat, mit der Einschränkung, daß sie nicht den pH-Bereich der Gesamtart, sondern nur den der ssp. eu-curvula festgestellt hatten. Zudem ist durch meine Untersuchungen der pH-Bereich der Urgesteins-Krummsegge nach der basischen Seite erweitert worden, was aber nicht schwer ins Gewicht fällt, da auch so die ssp. eu-curvula als ausgesprochen acidiphil erscheint.

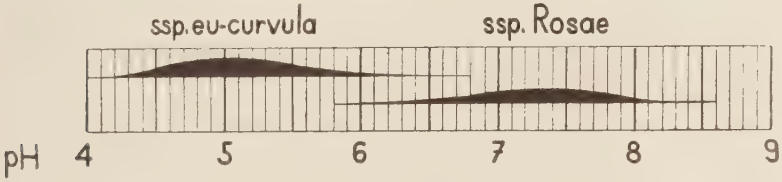


Abb. 6
pH-Bereich der beiden Unterarten von Carex curvula.

Die Kalk-Krummsegge hat die meisten pH-Werte zwischen pH 6,8 und 8,6, und nur 17% der Pflanzen dieser Unterart kommen auf schwach saurem Boden vor. Der Mittelwert liegt ungefähr bei pH 7,4. Es fällt auf, daß die Kalk-Krummsegge noch auf Böden von pH 8,4 bis 8,6 gedeiht. Die vor 1937 ausgeführten Messungen ergaben als basischsten Wert pH 8,4, und die Erweiterung bis pH 8,6 wurde durch die erst im Sommer 1937 berücksichtigten Kalkschieferböden des Unter-Rothorns bei Zermatt bewirkt, die stark basisch sind. Die ssp. Rosae wurde auf folgenden Gesteinen gefunden: Kalkschiefer, Kalkglimmerschiefer, Kalkphyllite der penninischen und ostalpinen Decken; eugeogene kalkhaltige Sedimente, z. B. Liaskalke, Flysch; dysgeogene Kalke wie Schrattenkalk und Malm; Trias-Dolomit. Selten nur kommt die Kalk-Krummsegge in Urgesteinsmassiven vor.

so im Pelvoux-, Belledonne- und Mercantourmassiv der Südwestalpen. Sie findet sich hier aber nur ganz vereinzelt an Stellen, wo der Boden neutral oder nur schwach sauer ist. An solchen Stellen besteht die Unterlage wohl aus Amphibolit, Hornblendeschiefer und ähnlichen Gesteinen.

Verbreitung der beiden Unterarten von *Carex curvula All.*

Bei Berücksichtigung der Standorte der auf Seite 80 erwähnten eigenen und aus fremden Herbarien stammenden Carex-curvula-Pflanzen, die für die variationsstatistischen Untersuchungen der vorliegenden Arbeit verwendet wurden, ist es möglich, ein vorläufiges, natürlich noch lückenhaftes Bild der Verbreitung der zwei Unterarten der Krummsegge zu entwerfen.

a) ssp. *Rosae*, Kalk-Krummsegge.

Pyrenäen. Vor allem im französischen Departement Hautes-Pyrénées: Am Pic du Midi de Bigorre, am Pic Blanc und Pic Gabiédon bei Gèdre, in der Gegend von Gavarnie, hier auch an der Brèche de Roland. Südwestlich des durch diese Standorte umschriebenen Gebietes auch jenseits der Grenze in Spanien, in Aragon, bei Panticosa. Östlich des erwähnten Verbreitungsgebietes der Hautes-Pyrénées scheint die ssp. Rosae weniger verbreitet zu sein.

Alpen. Südwestalpen, Frankreich: Departemente Alpes-Maritimes, Basses-Alpes, Hautes-Alpes und Isère (die beiden letztern bilden die Dauphiné). Die Südwestalpen bilden das Verbreitungszentrum der ssp. Rosae. In der Dauphiné stellte ich fest, daß am Mont Aurouze bei Gap (Dep. Hautes-Alpes) und am Nordrand des Urgesteinsmassivs des Pelvoux, also am Lautaret und Galibier, auf dem zum Pelvoux gehörenden Combeynot (Urgestein), ausschließlich ssp. Rosae vorkommt. Im untersuchten fremden Herbarmaterial befanden sich auch Pflanzen aus dem Innern der Urgesteinsmassive des Pelvoux und der Belledonne. Aber alle diese Carex-curvula-Pflanzen aus der Dauphiné gehören zur ssp. Rosae. Es wird weiteren Untersuchungen vorbehalten sein, festzustellen, ob Carex curvula ssp. eu-curvula im Pelvoux-, Grandes-Rousses- und Belledonnemassiv und überhaupt in der Dauphiné fehlt. Sollte in diesen Urgesteinsmassiven der Dauphiné die Urgesteins-Krummsegge fehlen, wie es einstweilen den Anschein macht, so müßte man annehmen, die beiden Unterarten würden auch in ihrem Verhalten zu Klima-

faktoren sehr stark voneinander abweichen. Die Dauphiné hat nämlich ein extrem submediterran-kontinentales Klima. Nach meinen Beobachtungen kommt auch in den Basses-Alpes oder Provence-Hochalpen (Grande Séolane bei Barcelonnette) nur die ssp. Rosae vor. Auch sammelten E. Burnat und A. Saint-Yves auf dem Grand Coyer bei Annot nur die Kalk-Krummsegge. Ebenso fand ich im Quellgebiete des Var in den französischen Meeralpen nur die ssp. Rosae. Dank dem reichlichen, von Emile Burnat und seinen Mitarbeitern gesammelten Herbarmaterial kann man heute schon feststellen, daß in den Meeralpen ssp. Rosae auf allen Gesteinsarten, also auch auf dem Urgestein des Mercantourmassivs, hier allerdings sehr selten, vorkommt. Wir haben also analoge Verhältnisse wie in der Dauphiné. Auf einem einzigen der ca. 60 Herbarbogen aus den Meeralpen, die mir zu Gesicht kamen, fanden sich neben Rosae-Pflanzen auch solche der ssp. eu-curvula. Sie stammen von der Cime de la Plate nördlich der Var-Quelle. Wir haben also in den Meeralpen ein geschlossenes Areal der ssp. Rosae, in dem die ssp. eu-curvula nur als Seltenheit eingestreut ist. Von ihrem Verbreitungszentrum in den Südwestalpen strahlt die ssp. Rosae nach Osten und Norden aus.

Piemont, Italien. Vom Col de Fréjus über dem Mont-Cenis-Tunnel und dem Col Sestrière südwestlich Susa bis zum Monte Rosa ist die ssp. Rosae ziemlich häufig, besonders am Mont-Cenis, im Cognetal und Aostatal. Offenbar überwiegt sie gegenüber der ssp. eu-curvula ziemlich stark.

Savoyen, Frankreich. Wie im Piemont überwiegt auch hier die Kalk-Krummsegge stark.

Hochsavoyen, Frankreich. In diesem niederschlagsreichen Gebiet, in dem das Urgesteinsmassiv des Montblanc einen großen Raum einnimmt, ist die Kalk-Krummsegge selten. Hier sammelte fast ausschließlich John Briquet, und in Savoyen Eug. Perrier de la Bathie.

Westliche Schweizeralpen. Die ssp. Rosae ist ziemlich verbreitet, doch überwiegt die ssp. eu-curvula. In den Walliseralpen hat die ssp. Rosae ein zusammenhängendes Areal vom Val de Bagnes bis zum Nufenenpaß und zur Furka-Paßhöhe. Sie ist hier auf die Kalkschiefer der penninischen Decken beschränkt. Die Gegend von Zermatt ist besonders reich an Beständen der Carex curvula ssp. Rosae (Caricetum Rosae). In den Waadtländer- und Berneralpen (ein-

schließlich der zum Wallis gehörenden Südhänge dieser Gebirgskette) findet sich ssp. Rosae an der Dent de Morcles sowie an der Gemmi, in der Umgebung von Leukerbad und auf der Südseite des Lötschenpasses, ganz vereinzelt noch im Lauterbrunnental am Tschingeltritt (leg. Ludwig Rütimeyer und leg. von Rütte, Juli 1846).

Tessin, Schweiz. Östlich der Linie Lötschenpaß–Furka Nufenen ist die ssp. Rosae selten. Außer am Nufenenpaß ist sie bisher im Tessin nur am Campolungopaß (leg. Schröter) festgestellt. Dieser Standort steht mit dem Nufenen durch einen Streifen kalkhaltiger Gesteine in Verbindung.

Ostalpen. Für dieses große Gebiet konnte ich an Hand des Herbarmaterials, das mir von öffentlichen und privaten Herbarien zur Verfügung gestellt wurde, nur wenige Standorte feststellen, so daß man den Eindruck bekommt, die Kalk-Krummsegge sei in den Ostalpen selten. Standorte der Ostalpen:

Graubünden, Schweiz:

1. Curvergrat, Oberhalbstein, leg. C. Schröter 11.VIII.1891, Bot. Sammlung der Eidgen. Techn. Hochschule Zürich (= E.T.H.).

2. Lac blanc (vermutlich Lago bianco am Berninapaß), leg. L. Favrat, E.T.H.

3. Pischa (Val Pischa, nordwestlich Val del Fain im Oberengadin?), leg. B. Branger, 25.VII.1904, E.T.H.

4. Scaletta (Paß zwischen Davos und Scanfs, fraglicher Standort), leg. F. Favrat, 17.VII.1867, E.T.H.

Lombardei, Italien:

5. Sobretta (6 km südöstlich Bormio), leg. M. Longa, VII.1893, Herb. Florenz.

Trentino, Italien:

6. Hühnerspiel (Amthorspitze südlich Brenner), leg. R. de Litardière, 1.IX.1909. Auf diesen Standort bezieht sich auch die Angabe von C. Schröter im Pflanzenleben der Alpen (2. Aufl. S. 432), an der Rollspitze in der Hühnerspielgruppe komme Carex curvula im Seslerietum coeruleae vor. (Sesleria coerulea ist kalkstet.)

7. Alptriften in Tristen in Weißenbach (25 km ostsüdöstlich des Brenner), leg. G. Treffer, 20.VII.1886, Herb. Florenz.

Kärnten (Gau Österreich, Deutschland):

8. In der Gamsgrube der Pasterze bei Heiligenblut, leg.

E. Preißmann, 16.VIII.1880, Bot. Abt. Naturh. Mus. Wien, Mus. Palat. Vindob. Nr. 5084, und leg. R. de Litardière, 21.VIII.1909.

An Hand der Sammlung von Spezialkarten des Geologischen Institutes der Universität Bern konnte die Gesteinsunterlage des jeweiligen Gebietes der erwähnten ostalpinen Rosae-Standorte festgestellt werden. Am Campolungopaß im Tessin kommen Trias-Dolomite und Kalkglimmerschiefer vor, in Graubünden am Curvergrat Kalkschiefer, an der Pischa beim Heutal Trias-Dolomit, in den italienischen Ostalpen an der Sobretta Bündnerschiefer mit Marmoreinlagerungen, am Hühnerspiel südlich des Brenner Kalkphyllite und Kalkglimmerschiefer, in Tristen im Weißenbachtal Triaskalk, Dolomitmarmor und Kalkglimmerschiefer, und in Kärnten an der Gamsgrube beim Großglockner Kalkglimmerschiefer. Analog wie die Kalk-Krummsegge in den südlichen Walliseralpen auf den Kalkschiefern oder Triaskalken- und -dolomiten der penninischen Decken verbreitet und auf diese Schiefer lokalisiert ist, finden sich in den Ostalpen die meisten Standorte der ssp. Rosae auf Kalkschiefern, Kalkphylliten, Kalkglimmerschiefern, Triasdolomiten und -kalken der ostalpinen Decken.

b) ssp. *eu-curvula*, Urgesteins-Krummsegge.

In den Ostkarpathen und in den bulgarischen Gebirgen kommt, nach dem untersuchten Material zu schließen, nur die ssp. eu-curvula vor. Sie findet sich nach Mitteilung von B. Pawlowski in den Ostkarpathen auf kalkarmer Unterlage. Für die Bielaer-Tatra wurde von B. Kotula 1890 Carex curvula vom Gipfel der Jatki Tylne, 2019 m, angegeben, der aus Kalkgestein besteht. Die Angabe ging in die neueren polnischen Floren über, und gestützt darauf wurde Carex curvula von K. Domin (1928) unter die kalksteten Arten des Tatra-Gebietes eingereiht. Das würde die Vermutung nahelegen, es handle sich hier um ssp. Rosae. Die Angabe von Kotula erwies sich aber als falsch; die von ihm gesammelte Pflanze war *Cobresia bipartita* (nach freundl. schriftl. Mitt. v. B. Pawlowski; vgl. auch die Zusammenstellung bei Pawlowski 1930). Carex curvula fehlt den Westkarpathen vollständig.

In den Ostalpen ist die ssp. eu-curvula auf geeigneter Bodenunterlage allgemein verbreitet, während die ssp. Rosae nur sporadisch vorzukommen scheint. Erst vom Tessin ab gegen Westen

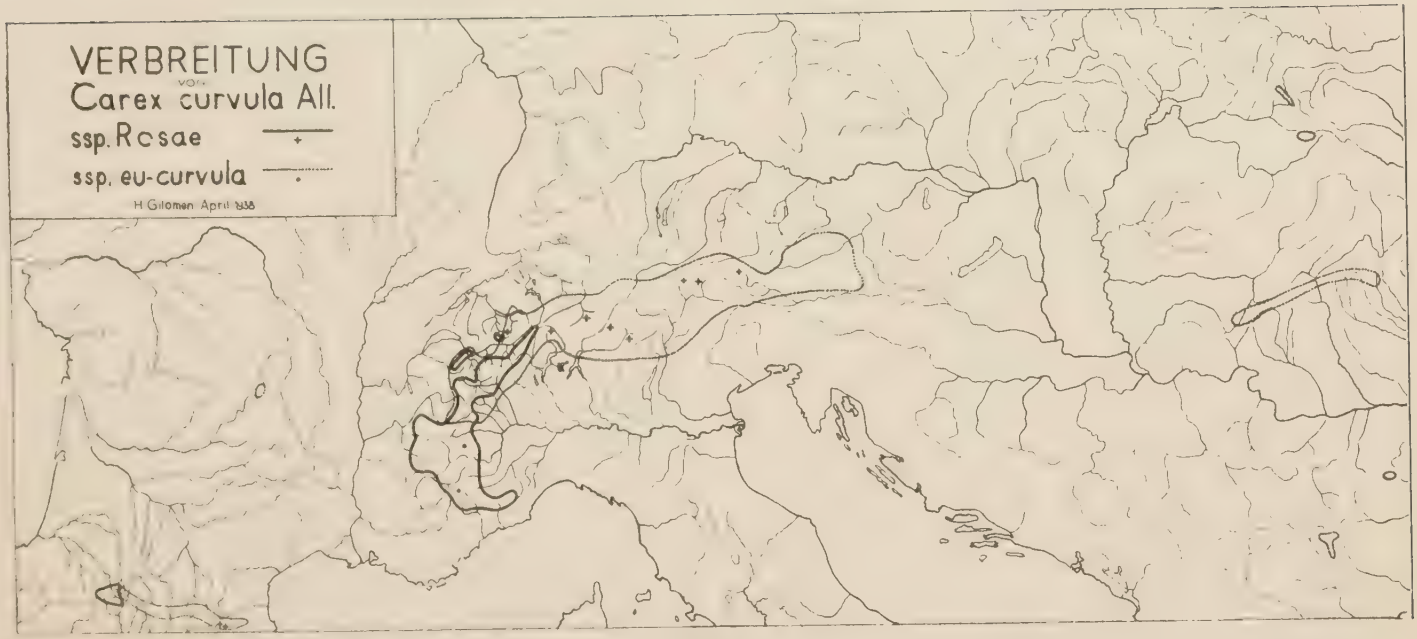

VERBREITUNG
von
Carex curvula All.
ssp. Rosae
ssp. eu-curvula
H. Gilomen April 1938

Abb. 7

nimmt die Urgesteins-Krummsegge immer mehr ab, um schließlich in den extrem kontinentalen Südwestalpen sehr selten aufzutreten oder sogar zu fehlen. In den Pyrenäen ist die ssp. eu-curvula verbreitet, und im französischen Zentralplateau kommt sie wohl allein vor.

Unsere heutigen Kenntnisse über die Verbreitung der beiden Unterarten von Carex curvula sind im Verbreitungskärtchen (Abb. 9) dargestellt.

Erläuterung zur Verbreitungskarte: Für die Verbreitungskarte wurden die Standorte der 1970 in der vorliegenden Arbeit untersuchten Carex curvula-Pflanzen verwendet. Die ssp. Rosae hat in den Pyrenäen außer dem geschlossenen Areal im Quellgebiet des Gave de Pau und der Cinca noch zwei Standorte bei Cambre d'Azes in den Ostpyrenäen. Die vereinzelten Standorte der ssp. Rosae in den Ostalpen sind auf Seite 94 erwähnt. Die zwei vereinzelten Standorte der ssp. eu-curvula in den Südwestalpen sind die Cime de la Plate bei der Var-Quelle in den französischen Meeralpen und Col de Sestrières im Piemont, 17 km ostnordöstlich von Briançon. In den Karpathen kommt die ssp. eu-curvula vor allem in den Südkarpathen oder Transsylvanischen Alpen vom Quellgebiet der Temes bis zur Jalomita vor. Zudem findet sie sich in den Ostkarpathen am Ineul im Rodna-Gebirge und im Cernahora- oder Csornahora-Gebirge. In Bulgarien kommt die Urgesteinskrummsegge in der Stara-Planina (Balkan-Gebirge) am Jumrukcal, in der Rila Planina und im Pirin-Gebirge vor.[1])

Für den Nachweis einiger schwer auffindbarer Örtlichkeiten der Pyrenäen bin ich Herrn Prof. F. Nussbaum in Bern zu Dank verpflichtet, ebenso Herrn Prof. A. Streckeisen in Zürich für die Angabe von Karpathen-Standorten, die in geographischen Atlanten nicht zu finden sind.

Verzeichnis der Botaniker und Floristen, welche das Herbarmaterial sammelten, das in der vorliegenden Arbeit verwendet wurde.

Abkürzungen, welche die Gebiete bezeichnen: A: Auvergne, französisches Zentralplateau, P: Pyrenäen, D: Dauphiné, M: Meeralpen, Pt: Piemont, S: Savoyen und Hochsavoyen, W: Westschweiz (Walliser-, Waadtländer- und Berneralpen), T: Tessin, G: Graubünden, O: Übrige Ostalpen, K: Karpathen, B: Bulgarische Gebirge.

[1]) Anmerkung während des Druckes: Nach J. Horvat kommt auch in den altserbisch-makedonischen Hochgebirgen Carex curvula bestandbildend vor, besonders auf Sar-Planina, Rudoka, Korab. (Zur Erforschung der Hochgebirgsvegetation des Vardarbanats. Bull. Internat. Acad. Yougoslave Sc. et Beaux Arts, Cl. Sc. **29** 1936, S. 139.)

H. Abegg G, Achtaroff B, Fr. Sigm. Alioth W. O, Angeli O, J. Arcangeli Pt, Arvet-Touvet D, S. Aubert T, Ch. Bader W, John Ball P, Barbey O, Eug. Perrier de la Bathie D. Pt. S, P. Baumgartner G, Ch. Bélanger P. Pt, Gustave Beauverd D, A. Benner P, Henri Bernet W. G, W. Bernoulli W. G, Binder W, Bordère P, Bornmüller O, Bonjean Pt, Borza K, B. Branger G, H. Braun O, J. Braun-Blanquet G T, John Briquet M. S. Pt. W, Brown W, H. Brockmann G, Emile Burdet W, Emile Burnat M, R. Buser W, Ch. Brügger G, Ad. Boisot S, C. Camperio O, Candrian G, Carestia Pt, François Cavillier M, Cavin W, A. Chabert Pt S, Chiovend Pt, Chaboisseau D, Charpentier W, Paul Chenevard W. T. Pt, Herm. Christ G, Christener W, Joh. Coaz G, Ed. Cornaz Pt, J. v. Csató K, P. Culmann G, abbé Daenen W, de Dieudonné P, Dübi G, F. Duflon W, J. C. Ducommun W, Dutoit W, A. de Eichenfeld O, Fauché D, Fauconnet W, abbé Faure D, Alph. Faure D, L. Favrat W G, E. Ferrari Pt, Fenzl O, Adr. Fiori Pt, Ed. Fischer W G, L. Fischer W, Fischer-Ooster W, P. Flütsch G, Foucaud P, Ed. Frey W, A. de Franqueville P, Gander O, P. Gave Pt S, Gehri O, Georgieff B, W. Gerhard W, Hans Gilomen M D W, Hanne Goldschmidt G, Godet W, M. Guinochet M, C. Gürtler K, Guthnick W, Gwalser G, Henri Guyot Pt. W. K, K. Hager G, O. Heer T G, Heidenreich W, Heimerl O, Eug. Heß G T, Heuffel K, H. Hirzel W, Theod. Hottinger W, Hoppe O, Huguenin Pt, Huter O, H. Jaccard Pt. W, B. Jacob W, Jaeggli T, Jaeggi G, Jeanjaquet W, Jordan D, Jordanoff B, A. Keller W, Louis Keller O, A. Kerner O, Kneucker W, Walo Koch W, G, Kotula O, Lagger W, Lehmann G, J. J. Linder W, Louis Leresche W, R. de Litardière D. O. W, M. Longa O, J. Madalski K, Rosine Masson W, Marcailhou d'Aymériс P, A. Mermod W, A. Maillefer D. W, Merklein W, Montini O, Maurice Moreillon W. G, Moser O, J. Müller Pt, Gust. Müller P. T, Müllner O, Murr O, Jean Muret W, G, Noack G, Nyárády K, Pacher O, Parlatore S. Pt. O, A. und Ed. Huet du Pavillon P. Pt. W, Pareú K, Ad. Pellat D. Pt, H. Pellat A, Perrot P, G. Peter W, Pittoni O, Philippe de Bagnère de Bigorre P, P. Porta O, E. Preißmann O, Proal D, Portenschlag O, Del Ponte Pt, Pozzi G, Eug. Rambert W, Ramond P, Redtenbacher O, abbé Ravaud D, Regel W, Reichardt O, Reuter W, Reynier W, Rikli G. W, H. A. Romieux W, E. Rostan Pt, J. v. Rovats K, Eduard Rübel G.A, Ludw. Rütimeyer W, von Rütte W, Walter Rytz T. G, Sandoz-Dutoit W, Salzmann P, A. Saint-Yves P. M, J. C. Schleicher W, Aug. Schmidely W, Schnyder G, Schädler W, Ludw. Em. Schaerer W. G, Schöneberger G, C. Schröter W. T. G. O, Schmidt W, Schulz O, Schuppli W, Schur K, Sennholz O, Sieber D. O, H. Siegfried T, W. Sonder W, Stebler G, Stefanoff B, N. Stojanoff B, Steinegger W, Stephén Sommier Pt. O, Tanfani Pt, F. von Tavel W. G, Theobald G, Thomas W, H. S. Thompson Pt, Traunsteiner O, G. Treffer O, G. Trog W, Uehlinger A, Lino Vaccari Pt, Vidal M, W. Vogel W, Fr. Volz W, Witting O, F. O. Wolf W, Wulfen O, Ernest Wilczek D. M. S Pt, Wolosczak O, M. Zoya G. O.

Synonymie von *Carex curvula* All. ssp. *Rosae* Gilomen.

1. *Carex curvula* All. var. *stenophylla* Christ.

Hermann Christ, der Altmeister der schweizerischen Pflanzengeographie, bestimmte die Carices des Herbier Emile Burnat, das sich in Genf befindet und ein prachtvolles, reiches, von Burnat und seinen Mitarbeitern

gesammeltes Material der Meeralpen enthält. Dabei fiel Christ auf, daß die Carex-curvula-Pflanzen der Meeralpen von denen der Schweizeralpen abweichen. Auf einem Notizblatt bei Herbarpflanzen vom „Sommet du Col de Pelouse du côté de cime de Voga (Alpes Maritimes sept.-occ.)", die Burnat am 9.VIII.1887 sammelte, findet sich die Bleistiftnotiz Christs: „C. curvula prend dans les Alpes Maritimes des allures très drôles: jamais je n'ai vu dans nos Alpes des éch. aussi grêles et stenophylles." Er bestimmte diese feinborstigen Pflanzen als Carex curvula All. v. stenophylla C. Auch in den Botanischen Sammlungen der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich finden sich als var. stenophylla Christ bestimmte Carex-curvula-Pflanzen vom oben erwähnten Standort und auf einem weiteren Herbarbogen solche, die Burnat Ende Juli 1887 an der Lokalität „Moutière", sehr wahrscheinlich Col de la Moutière, sammelte. Beide Standorte finden sich im nördlichsten Teile des französischen Departements Alpes-Maritimes an der Grenze zwischen diesem und dem Departement Basses-Alpes.

Diese Pflanzen der var. stenophylla Christ sind typische Exemplare der *Carex curvula* All. ssp. *Rosae* Gilomen. Christ hat seine var. nicht beschrieben und veröffentlicht, so daß sie in die Synonymie fällt. Auch wenn er diese var. veröffentlicht hätte, wäre die Bezeichnung stenophylla ungeeignet, da schon eine *Carex stenophylla* Wahlenberg (1802) besteht und da es wahrscheinlich ist, daß Autoren mit engem Artbegriff die stark abweichende ssp. Rosae als Art erklären werden.

2. Folgende Namen, von denen man vermuten könnte, sie bezögen sich eventuell auf *Carex curvula* All. ssp. *Rosae* Gilomen, sind nicht synonym:

a) *Carex mirabilis* Schleicher, nomen nudum. In schweizerischen Herbarien sind gelegentlich ca. 30 cm hohe Carex-curvula-Pflanzen als Carex mirabilis Schleicher bestimmt. In seinem Catalogus hucusque absolutus omnium plantarum in Helvetia (1821) führt Schleicher Carex mirabilis Host, aber keine Carex mirabilis Schleicher auf. Also ist Carex mirabilis Schleicher ein nomen nudum. Carex mirabilis Host, Icones et descriptiones graminum austriacorum. 1801–1810, t. 4, tab. 78 (1809), ist Synonym von *Kobresia bipartita* Dalla Torre.

b) *Carex curvula* All. *β major* Gaudin (1830), in Flora helvetica vol. VI, p. 63. Diagnose: „*β* major, caule recto, fere pedali". Als Synonym gibt Gaudin an: „C. mirabilis (an Host?) Schl. cat. 1821." Diese mehrdeutige Schreibweise Gaudins ist wahrscheinlich schuld an der Entstehung des nomen nudum Carex mirabilis Schleicher. Über die Herkunft dieser Carex curvula All. *β* major Gaud. gibt Gaudin an: „*β* in M. Sylvio. Amiciss. L. Thomas". (M. Sylvii = Matterhorn bei Zermatt.) Wie die Beschreibung sagt, verstand Gaudin darunter 30 cm hohe Carex-curvula-Pflanzen mit geradem Stengel. Solche hohen Exemplare treten bei ssp. eu-curvula häufiger auf als bei ssp. Rosae. Im Material des Musée botanique cantonal de Lausanne fand ich vier von Thomas im Saastal gesammelte Pflanzen der Form *β* major Gaud. Von diesen gehören zwei zur ssp. Rosae und zwei zur ssp. eu-curvula. Außerdem fand ich im erwähnten Herbarium noch zehn weitere Pflanzen der Form *β* major. Gaud., die in den Jahren 1839 bis 1874 von Jean Muret (8 Ex.), 1874 von Favrat und 1892 von Wilczek gesammelt worden waren. Von diesen zehn Pflanzen gehört nur eine einzige zur ssp. Rosae. Die Form Carex

curvula All. β major, mit der sich Gaudin, sein Freund L. Thomas und Jean Muret beschäftigt hatten, umfaßt also nach dem Lausanner Material zu schließen, hauptsächlich Pflanzen der ssp. eu-curvula, kommt also nicht als Synonym der ssp. Rosae in Betracht.

c) *Carex tripartita* All. (1785) Flora Pedemontana t. II, pag. 265, tab. 92, fig. 5. Carex spica terminali tripartita Hall. hist. n. 1356. — Da diese Pflanze als Synonym von Carex curvula aufgeführt wird und da die ssp. Rosae im Piemont häufig ist, so mußte festgestellt werden, ob Carex tripartita All. eventuell mit ssp. Rosae identisch sei. Herr Prof. Dr. Capelletti, Direktor des Botanischen Institutes der königl. Universität Turin, war so freundlich, mir den „Typus" der Carex tripartita, nach dem Allioni die Art beschrieben hatte, zur Untersuchung zu senden. Dieser „Typus" ist eine Pflanze der Carex curvula All. ssp. eu-curvula Gilomen mit dreilappigem, dunklem Blütenköpfchen, wie es übrigens schon aus der oben erwähnten Figur der Flora Pedemontana ersichtlich ist. *Carex tripartia* All. ist Synonym von *Carex curvula* All. ssp. *eu-curvula* Gilomen. Mit diesem Befund stimmt gut überein, daß Allioni als Fundort außer den Alpen von Gressoney, am Südfuß des Monte Rosa, den Großen St. Bernhard angibt, wo nur die ssp. eu-curvula vorkommt.

Zusammenfassung der Resultate; Beschreibung der ssp. *eu-curvula* und der ssp. *Rosae* (vgl. auch Taf. 4, Abb. 2).

1926 bis 1936 wurde vom Verfasser beobachtet, daß Carex curvula All. in den Südwestalpen (Frankreich) häufig auf Kalkböden mit pH 6,8 bis 8,4 vorkommt, während sie bisher als ausgesprochen acidiphil gehalten wurde.

1937 wurde versucht, die Frage zu lösen, ob die auf Kalk vorkommenden Carex-curvula-Sippen der Südwestalpen gegenüber den auf das Urgestein beschränkten Carex-curvula-Pflanzen der Ostalpen nur eine ökologische Modifikation oder eine genotypisch verschiedene Rasse darstellen. Morphologische, anatomische und ökologische Untersuchungen, die an 1970 Carex-curvula-Pflanzen ausgeführt wurden, zeitigten das Ergebnis, daß die auf Kalk vorkommenden Carex-curvula-Pflanzen der Südwestalpen gegenüber den auf Urgestein vorkommenden Krummseggen der Ostalpen eine erblich verschiedene Rasse darstellen.

Carex curvula All. wird in zwei Subspecies aufgeteilt nämlich:

1. *Carex curvula* All. ssp. *eu-curvula* Gilomen, Urgebirgs-Krummsegge. (Syn.: *Carex tripartita* All. Fl. Ped. 1785).

Typus	Variationsbreite
Wurzeln hellbraun.	Wurzeln einer Pflanze meist verschiedenfarbig, hellbraun bis weißgelb, selten dunkelbraun.
Stengel krumm.	Stengel meist krumm, Fruchtköpfchen oft nickend.
Blätter krumm.	Blätter meist krumm.
Blattquerschnitt bandförmig, mit feiner Rinne über dem Mittelnerv. Zwischen Mittelnerv und Epidermis der Blattoberseite kein Mesophyll und Aerenchym.	Blattquerschnitt bandförmig meist mit feiner Rinne. (Bei der f. kobresiifolia finden sich an Stelle der Rinne 3—7 Reihen großer Epidermiszellen). Zwischen Mittelnerv und Epidermis der Blattoberseite kein oder wenig Mesophyll und Aerenchym.
Proportion Blattbreite: Blattdicke = 12:1.	Proportion Blattbreite: Blattdicke = 7:1 bis 12:1, Mittelwert 9,5:1.
Tragblätter der Blüten kastanienbraun.	Tragblätter der Blüten meist kastanienbraun bis schwarzbraun, oft aber auch hellbraun, selten bräunlichgelb.
Fortsätze der Antheren 0,11 mm lang, farblos.	Fortsätze der Antheren 0,09 bis 0,25 mm lang (Mittelwert 0,17 mm), meist farblos.
Auf Hohgantsandstein, pH 4,2. Hohgant, Berner Oberland, Schweiz, 11.VII.1937. !!	Meist auf Urgestein, pH-Bereich: pH 4—6,8.

Verbreitung: Bulgarische Gebirge, Karpathen, Alpen (fehlt in großen Gebieten der Südwestalpen oder ist dort selten), französisches Zentralplateau, Pyrenäen.

Soziologie: Die ssp. eu-curvula bildet den Klimaxverein des Curvuletums. Die bisher erschienene pflanzengeographische Literatur bezieht sich fast ausschließlich auf ssp. eu-curvula. Wenn in „Curvuleten" Leontopodium und andere calciphile Pflanzen notiert wurden, ist der Verdacht berechtigt, daß dort die ssp. *Rosae* vorkommt.

Abänderungen:

var. *Rodnensis* Porcius.

forma *kobresiifolia* Gilomen. Über der Mittelrippe der Laubblätter drei bis sieben Reihen sehr große Epidermiszellen.

2. *Carex curvula* All. ssp. *Rosae* Gilomen. Mitt. Naturf. Ges. Bern 1937 (1938), S. XXVI–XXVII. Syn.: Carex curvula All. var. stenophylla Christ, in Herbier Burnat, Genf, und Botan. Sammlungen der Eidgen. Techn. Hochschule Zürich. (Ohne Beschreibung.), Kalk-Krummsegge.

Typus	Variationsbreite
Alle Wurzeln dunkelbraun.	Alle Wurzeln einer Pflanze meist gleichfarbig, braun bis schwarzbraun, selten hellbraun und einzelne gelblich.
Stengel gerade.	Stengel meist gerade.
Blätter schwach gekrümmt.	Blätter meist gerade, nur ca. 30% krumm.
Blattquerschnitt halbmondförmig, ohne feine Rinne. Zwischen Mittelnerv und Epidermis der Blattoberseite viel Mesophyll und Aerenchym.	Blattquerschnitt meist halbmondförmig, auch halbkreisförmig. Rinne selten angedeutet. Zwischen Mittelnerv und Epidermis der Blattoberseite viel Mesophyll und Aerenchym.
Proportion Blattbreite : Blattdicke = 4 : 1.	Proportion Blattbreite : Blattdicke = 3,2 : 1 bis 4,8 : 1. Mittelwert 4 : 1.
Tragblätter der Blüten bräunlichgelb.	Tragblätter der Blüten meist bräunlichgelb oder hellbraun, selten kastanienbraun.
Fortsätze der Antheren 0,30 mm lang, gelb.	Fortsätze der Antheren 0,20 bis 0,40 mm lang (Mittelwert 0,30 mm), gelb bis rot gefärbt.
Auf Senonkalk von pH 7,5. Mont Aurouze, 2250 m, Frankr., Dep. H.-Alpes, 6.VIII.1937.!!	Meist auf kalkhaltigem Boden, pH-Bereich: pH 5,8 bis 8,6.

Verbreitung: Pyrenäen, Alpen. Verbreitungszentrum in den französischen Südwestalpen (Meeralpen, Provence-Hochalpen, Dauphiné). In Savoyen (Frankreich), Piemont (Italien), Walliseralpen, Waadtländer- und Berneralpen von der Dent de Morcles bis zum Lötschenpaß (Schweiz) ziemlich häufig. Östlich der Linie Lötschenpaß-Nufenen (Schweiz) selten, geht bis zum Großglockner (Kärnten, Deutschland). Vorläufige Umgrenzung; Verbreitung in den Ostalpen ist noch festzustellen.

Soziologie: Carex curvula ssp. Rosae bildet in den Westalpen die Pflanzengesellschaft Caricetum Rosae, die zu den Seslerietalia (Braun-Bl.) gehört.

* * *

Zum Schluß spreche ich allen, die mich bei der Durchführung dieser Arbeit unterstützten und derselben Interesse entgegenbrachten, den besten Dank aus. Vor allem bin ich Herrn Prof. Dr. E. Rübel für die wirksame Hilfe bei der Durchführung und Veröffentlichung der vorliegenden Arbeit und für das Interesse, das er derselben entgegenbrachte, zu Dank verpflichtet. Ebenso danke ich Herrn Direktor Dr. W. Lüdi für die Einführung in die Technik der pH-Messungen und in die Ökologie der Pflanzen, für freundliche Beratung und Vermittlung ausländischen Herbarmaterials. Herrn Prof. Hans Pallmann und Herrn Dr. von Grünigen, Landwirtschaftliche Versuchsanstalt Liebefeld, spreche ich den Dank aus für Ratschläge und Mithilfe bei pH-Messungen, ebenso Herrn Dr. S. Blumer, Privatdozent, Bern, für seine Ratschläge betreffend die Durchführung mikroskopischer Messungen und variationsstatistischer Arbeiten. Den Herren Privatdozenten Dr. Walo Koch und Dr. A. Becherer bin ich für ihre Mithilfe bei der Feststellung der Synonymie von Carex curvula ssp. Rosae zu Dank verpflichtet. Ganz besonders danke ich meinen Lehrern: Herr Prof. W. Rytz führte mich in die Pflanzengeographie ein und vermittelte für die vorliegende Untersuchung viel ausländisches Herbarmaterial. Herrn Prof. Ed. Fischer, der mich in die Botanik und ihre wissenschaftlichen Untersuchungsmethoden einführte, sowie auch Herrn Prof. W. Schopfer danke ich für das große Interesse, das sie meiner Arbeit entgegenbrachten.

Literatur.

Allioni C., Flora Pedemontana **2**, 1785, p. 264–265.

Braun-Blanquet J. und Jenny Hans, Vegetations-Entwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen (Klimaxgebiet des Caricion curvulae). Mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse im schweizerischen Nationalparkgebiet. — Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. 63, 1926 (181–349).

Diels Ludwig, Aufgaben der Phytographie und der Systematik. — Abderhalden. Handb. biolog. Arbeitsmethoden Abt. XI, Teil 1 (69–189).

Domin Karel, The Relations of the Tatra Mountain Vegetation to the Edaphic Factors of the Habitat. A synecological study. (Read at the International Botanical Congress in Ithaca, N.Y., 1926.) — Acta Botanica Bohemica **6—7**, 1928 (133—165).

Gaudin, I., Flora helvetica 6, 1830 (63–64).

Gilomen Hans, Neue Beiträge zur Ökologie, Morphologie und Systematik von Carex curvula (Krummsegge). Mitte. Naturf. Ges. Bern **1937**, 1938 (Sitzungsber. Bern. Bot. Ges.) (XXVI–XXVII).

Host N. Th., Icones et descriptiones graminum austriacorum **3**, 1805, tab. 78; **4** 1809, tab. 78.

Kükenthal Georg, Cyperaceae-Caricoideae. — Das Pflanzenreich von A. Engler, Heft 38, 1909.

Pawlowski, B., Floristische Notizen aus der Tatra III. Acta Soc. Bot. Polon. **7** 1930 (S. 134).

Rübel Eduard, Curvuletum. Mitt. aus dem Geobot. Inst. Rübel in Zürich, 1922 (15 S.). (Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Beiheft 1, 1925).

Schleicher J. C., Catalogus hucusque absolutus omnium plantarum in Helvetia cis et transalpina sponte nascentium. 1821.

Schröter C., Das Pflanzenleben der Alpen. 2. Aufl. 1926.

Spinner Henri, L'anatomie foliaire des Carex suisses. Diss. Univ. Zürich 1903.

Eingehende Verzeichnisse der pflanzengeographischen Literatur finden sich bei Rübel S. 14–15 und Schröter S. 1217–1222.